



“UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA”

Facultad De Ciencias



Escuela Profesional De Ingeniería

Electrónica Y Telecomunicaciones

TESIS

**“SISTEMA DE TELEMETRIA CON TECNOLOGIA GSM/GPRS PARA
CONTROL DE POSICION EN ATENAS DE MICROONDAS”**

PRESENTADA POR:

JESÚS JHONATAN CHIROQUE YARLEQUE

ASESOR: Mg. FRANKLIN BARRA ZAPATA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y
TELECOMUNICACIONES**

LINEA DE INVESTIGACION: Informática, Electrónica y Telecomunicaciones

Sub – Línea de Investigación: Sistemas Digitales

PIURA – PERÚ

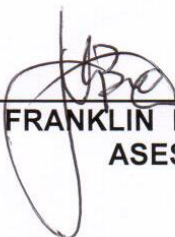
2018

TESIS

**“SISTEMA DE TELEMETRIA CON TECNOLOGIA
GSM/GPRS PARA CONTROL DE POSICION EN ATENAS DE
MICROONDAS”**



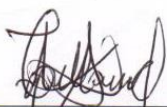
**Bach. JESUS JHONATAN CHIROQUE YARLEQUE
EJECUTOR DE TESIS**



**ING. FRANKLIN BARRA ZAPATA
ASESOR**

Los miembros del jurado calificador designados para evaluar la tesis presentada por el señor Bachiller: JESUS JHONATAN CHIROQUE YARLEQUE titulada:

**“SISTEMA DE TELEMETRIA CON TECNOLOGIA
GSM/GPRS PARA CONTROL DE POSICION EN ATENAS DE
MICROONDAS”**



Dr. CARLOS ENRIQUE ARELLANO RAMIREZ
Presidente



ING. MARIO AUGUSTO RAMOS ECHEVARRIA
Secretario



ING. MIGUEL ÁNGEL PANDURO ALVARADO
Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE CIENCIAS



"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

ACTA DE SUSTENTACIÓN 068-2018-D-FC-UNP

FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada **"SISTEMA DE TELEMETRÍA CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS PARA CONTROL DE POSICIÓN EN ANTENAS DE MICROONDAS"** presentada por el señor Bachiller **CHIROQUE YARLEQUE – JESÚS JHONATAN**, con el asesoramiento del **MSc. Franklin Barra Zapata**; oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, lo declaran:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Con la mención de:

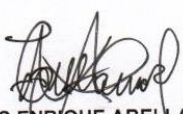
Muy Buena

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**.

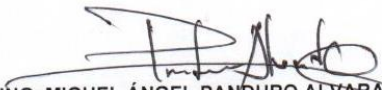
(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**; después que el sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 23 noviembre del 2018.

UNP


Dr. CARLOS ENRIQUE ARELLANO RAMÍREZ
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS


Ing. MARIO AUGUSTO RAMOS ECHEVARRÍA
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS


ING. MIGUEL ÁNGEL PANDURO ALVARADO
VOCAL DE JURADO DE TESIS



Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla
PIURA – PERU

DECLARACIÓN JURADA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Yo, Jesús Shvaton Chiroque Jarlegu..... identificado con CU/DNI N°- 44515942....., en la condición de Estudiante () Egresante () Egresado (X) de la Facultad Y/O Escuela Profesional de Ing. electrónica y telecomunicaciones y domiciliado en Dr. Noriano Díaz # 1469 - CATACOS Provincia Piura Departamento Piura Celular: 944956919 Email: Jess.chiroque@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piuradel 2017




DNI N° 44515942

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales -RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico esta tesis a mi DIOS, porque sin ti nada es posible, gracias a ti he logrado concluir mi carrea.

A cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante como mis Madres, HAYDEE Y FLORA porque siempre están a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanas y sobrinos, por sus palabras y compañía, a mi hermana Rosa Angélica aunque no esté físicamente con nosotros, pero sé que desde el cielo disfruta este logro junto a mí, y sé que me guía en cada paso que doy. A mi hermana Flor que de una manera incondicional siempre me apoyo en todo. Y también a ti Estefanie por creer en mí y darme esa confianza y seguridad.

JESUS JHONATAN CHIROQUE YARLEQUE

AGRADECIMIENTO

Esta tesis es el resultado de la constancia y sacrificio, del apoyo reunido de aquellas personas que decidieron aportar en éste logro con su experiencia, tiempo y conocimientos, ya que han desarrollado un papel importante en este material, empezando por mi asesor de tesis el Ing. Franklin Barra Zapata a quién agradezco por su apoyo incondicional, por el tiempo que dispuso para guiarme en mi proyecto **“SISTEMA DE TELEMETRÍA CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS PARA CONTROL DE POSICIÓN EN ANTENAS DE MICROONDAS”**

A la comisión de evaluación por sus críticas y comentarios constructivos y acertados durante la elaboración de éste proyecto, por la intervención oportuna para un mejor resultado del presente trabajo.

A cada persona que decidió apoyarme y que hizo posible en ésta parte de mi vida, ayudarme a cumplir un objetivo más, a todos ellos muchas gracias.

JESUS JHONATAN CHIROQUE YARLEQUE

CONTENIDO	
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO 1	17
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	17
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1.1. DELIMITACION	17
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.3.HIPÓTESIS GENERAL	18
1.4. JUSTIFICACION	18
CAPITULO 2	19
MARCO TEORICO	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. TELEMETRIA.....	21
2.3. ARDUINO MEGA 2560	22
2.3.1. VISION GENERAL	22
2.3.2. MAPEADO DE PIN	23
2.3.3. RESUMEN	23
2.3.4 ALIMENTACIÓN	25
2.3.5 ENTRADAS Y SALIDAS	26
2.3.6. COMUNICACIÓN	28
2.3.7. PROGRAMACIÓN	28
2.3.8. REINICIO AUTOMÁTICO POR SOFTWARE	28
2.3.9. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COMPATIBILIDAD DE SHIELDS	29
2.3.10. REVISIONES	30
2.4. SISTEMA DE COMUNICACIONES MOVILES.....	31
2.4.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES.	31
2.4.2. TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA CELULAR.	31
2.4.3. INTERFERENCIAS Y CAPACIDAD DEL SISTEMA	34

2.4.4. INTERFERENCIA CO-CANAL Y CAPACIDAD DEL SISTEMA	34
2.4.5 INTERFERENCIA ENTRE CANALES ADYACENTES	35
2.4.6. CONTROL DE POTENCIA PARA REDUCIR LAS INTERFERENCIAS	35
2.4.7. TIPOS DE SISTEMAS CELULARES E IMPACTO EN EL MERCADO	36
2.5. GSM	36
2.5.1 INICIOS	36
2.5.2 COMPONENTES DE GSM	37
2.5.3 ENRUTAMIENTO DE LLAMADAS	39
2.5.4 ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN	40
2.5.5. GSM 900/DCS 1800: CIMIENTOS DE PCS 1900 (TDMA)	41
2.5.6. INTERFACES GSM	42
2.6. SMS.....	42
2.6.1. DEFINICIÓN	42
2.6.2. CARACTERÍSTICAS	43
2.7. TECNOLOGIA GPRS.....	44
2.7.1. INTRODUCCION	44
2.7.2. ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO	46
2.8. SIM 900	47
2.8.1. INTRODUCCION	47
2.8.2. CARACTERISTICAS	47
2.8.3. ESPECIFICACIONES	48
2.8.4. DIAGRAMA DE TARJETA	49
2.9. BLUETOOTH	51
2.9.1 HISTORIA DE BLUETOOTH	52
2.9.2. PRINCIPIOS DEL BLUETOOTH	52
2.9.3. VERSIONES DE BLUETOOTH	52
2.9.3.1. BLUETOOTH V1.0 Y V1.0B	52
2.9.3.2. BLUETOOTH V1.1	53
2.9.3.3. BLUETOOTH V1.2	53

2.9.3.4. BLUETOOTH V2.0 + EDR	53
2.9.3.5. BLUETOOTH V2.1 + EDR	53
2.9.3.6. BLUETOOTH V3.0 + HS	54
2.9.3.7. BLUETOOTH V4.0	54
2.9.3.8. BLUETOOTH V4.1	54
2.9.3.9. BLUETOOTH V4.2	54
2.9.4. PERFILES DE BLUETOOTH	55
2.9.5. DISPOSITIVO BLUETOOTH HC06	58
2.9.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO HC06	58
2.9.5.2. CONECTANDO EL MODULO BLUETOOTH HC-06 CON MICROCONTROLADOR	59
2.10. DEFINICIÓN DE SERVOMOTOR.....	62
2.10.1 TIPOS DE SERVOMOTORES	63
2.10.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SERVOMOTOR	64
2.10.3. CONSUMO DE ENERGÍA	67
2.11. ENLACES DE MICROONDAS	68
2.11.1 FRECUENCIAS ASIGNADAS PARA OPERACIÓN.	70
2.11.1.1 DIPOLO.	72
2.11.1.2 ANTENA ISOTRÓPICA.	72
2.11.1.3 ANTENA LOOP.	72
2.11.1.4 ANTENAS PARABÓLICAS.	72
CAPITULO 3	75
DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEMETRIA CON TECNOLOGIA GSM Y BLUETOOTH PARA CONTROL DE POSICION EN ANTENAS DE MICROONDAS	75
3.1 DESCRIPCION GENERAL	75
3.2. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA.....	76
3.2.1. ARDUINO MEGA.	78
3.2.2. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 12VDC - 5VDC	79
3.2.3. MEDICION DE NIVEL DE VOLTAJE DE ANTENA	79
3.2.4. CONTROL DE SERVO MOTOR PARA ROTOR DE ANTENA	80
3.2.5. CIRCUITO DE VISUALIZACION EN DISPLAY DE 4 DIGITOS	80

3.2.6. CONEXIÓN DEL LCD 16X2	81
3.2.7. MODULO GSM/GPRS	81
3.2.8. MODULO BLUETOOTH	82
3.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	82
3.4. CODIGO DEL PROGRAMA PARA AURDUINO UNO	83
3.5. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	88
CAPITULO IV	91
COSTOS DEL PROYECTO	91
4.1. COSTOS DEL PROYECTO	91
CONCLUSIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS	98

FIGURAS

1.FIGURA 2.1. ARDUINO MEGA 2560 (www.robotshop.com)	22
2.FIGURA 2.2. DISTRIBUCION DE PINES DEL ARDUINO MEGA 2560 (www.robotshop.com)	23
3.FIGURA 2.3. DIAGRAMA DE PINES DEL ARDUINO MEGA 2560. (www.robotshop.com)	24
4.FIGURA 2.4. DIAGRAMA DE PINES DEL MICROCONTROLADOR MEGA 2560. (www.robotshop.com).....	25
5 FIGURA 2.5. TOPOLOGÍA REPRESENTATIVA DE UN SISTEMA CELULAR. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)	32
6 FIGURA 2.6. DIVISIÓN DE CÉLULAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	33
7 FIGURA 2.7. EJEMPLO DE REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	33
8 FIGURA. 2.8. RESUMEN DE SISTEMAS CELULARES. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	36
9 FIGURA 2.9. ESQUEMA DE COMPONENTES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	38
10 FIGURA 2.10. EJEMPLO DE GESTIÓN DE LLAMADAS GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	39
11 FIGURA 2.11. ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	40
12 FIGURA 2.12. LAS INTERFACES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014) ...	42
13 FIGURA 2.13. ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013).....	45
14 FIGURA 2.14. EJEMPLO DE RUTEO EN UNA RED GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013).....	46
15 FIGURA 2.15. PLANO DE TRANSMISIÓN GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013).....	46
16 FIGURA 2.16. TARJETA SIM900 DIAGRAMA DE TARJETA. (GEEETECH.COM, 2014).....	50
17 FIGURA 2.17. BANDEJA DE TARJETA SIM. (GEEETECH.COM, 2014) ...	50
18 FIGURA 2.18. ANTENA DE LA SIM 900. (GEEETECH.COM, 2014)	51
19. FIGURA 2.19. LOGO DE LA SEÑAL BLUETOOTH. (RODRIGUEZ, 2017)51	

20.FIGURA 2.20. PERFILES DE BLUETOOTH (RODRIGUEZ, 2017)	56
21.FIGURA. 2.21. MÓDULO BLUETOOTH HC06 (RODRIGUEZ, 2017)	58
22.FIGURA 2.22. MÓDULO BUETOOTH HC06 (RODRIGUEZ, 2017)	59
23.FIGURA 2.23. CONEXIONES DEL MÓDULO BUETOOTH HC06 (RODRIGUEZ, 2017)	60
24.FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE TELEMETRIA PARA CONTROL DE POSICION DE ANTENAS DE MICROONDAS USANDO GSM Y BLUETOOTH (PROPIO).....	75
25.FIGURA 3.2 COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA PROPUESTO. (PROPIO).....	77
26.FIGURA 3.3 CONEXIONES DEL ARDUINO MEGA. (PROPIO).....	78
27.FIGURA 3.4 FUENTE DE ALIMENTACION. (PROPIO).....	79
28.FIGURA 3.5. CONEXIÓN PARA LECTURA DE VOLTAJE DE LA ANTENA DE MICROONDAS. (PROPIO)	79
29.FIGURA 3.6. Conexión del Servomotor. (PROPIO)	80
30. FIGURA 3.7 CIRCUITO DE VISUALIZACION DE DATOS EN DISPLAY DE 4 DIGITOS (PROPIO)	80
31. FIGURA 3.8. CONEXIÓN DEL LCD (PROPIO)	81
32. FIGURA 3.9. CONEXIÓN I2C PARA LCD 16X2. (PROPIO).....	81
33 FIGURA 3.10. CONEXIÓN DEL MODULO GSM/GPRS SIM900. (PROPIO)	81
34.FIGURA 3.11. CONEXIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC06. (PROPIO)	82
35 FIGURA 3.12. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACION Y ASIGNACION DE VARIABLES (PROPIO)	83
36 FIGURA 3.13. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACION Y ASIGNACION DE VARIABLES (PROPIO)	83
37 FIGURA 3.14. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACIONES INICIALES. (PROPIO).....	84
38. FIGURA 3.15. PROGRAMA PRINCIPAL QUE SE EJECUTA CICLICAMENTE (PROPIO)	84
39. FIGURA 3.16. CODIGO PARA LEER VOLTAJE DE ANTENA (PROPIO). 85	
40 FIGURA 3.17. VER VALOR DE VOLTAJE DE ANTENA EN EL LCD. (PROPIO).....	85

41. FIGURA 3.18. VER VOLTAJE DE ANTENA EN DISPLAY DE 4 DIGITOS. (PROPIO).....	86
42. FIGURA 3.19. CODIGO PARA CONTROL Y SUPERVISION POR SMS USANDO EL MODEM SIM900. (PROPIO)	86
43. FIGURA 3.20. CODIGO PARA LEER PUERTO DE COMUNICACIÓN DEL MODEM SIM900. (PROPIO).....	87
44. FIGURA 3.21. CODIGO PARA LEER POTENCIA DE ANTENA COMANDO:	87
45. FIGURA 3.22. CODIGO QUE ENVIA VALOR DEL ANGULO DEL SERVOMOTOR (COMANDO: S145). (PROPIO).....	88
46 FIGURA 3.23. INCIANDO EJECUCION DEL PROGRAMA (PROPIO).....	88
47. FIGURA 3.24. EJECUNTADO EL COMANDO D PARA VISUALIZAR DATOS EN DISPLAY (PROPIO).....	89
48. FIGURA 3.25. EJECUTANDO EL COMADO R PARA RECIBIR VALOR DE VOLTAJE DE ANTENA (PROPIO).....	89
49. FIGURA 3.26 EJECUNTADO EL COMANDO S145 PARA MOVER EL SERVOMOTOR 145 GRADOS (PROPIO).....	90

RESUMEN

En la actualidad muchas empresas están aprovechando el avance tecnológico, como la robótica, la automatización, demótica, de las cuales se está tomando provecho, aquí nace la idea de diseñar e implementar un sistema tal que sea capaz de controlar una plataforma o rampa mecánica sobre la cual reposara un equipo de transmisión de microondas, así como también la idea de controlar una antena de recepción satelital.

En la presente Tesis se plantea posicionar la antena de recepción de microondas, esto de manera remota desde cualquier lugar con acceso a la red GSM/GPRS y opcionalmente vía Bluetooth, la posición se envía en grados a un Servomotor que controla la plataforma sobre la cual se encuentra la antena de recepción.

La posición final será según el dato de potencia de señal de la antena el cual también es leído remotamente usando mensajes de texto por SMS o BLUETOOTH. Si el voltaje leído es alto según características de la antena que para unos casos puede ser 3.7 voltios, se quedara en la posición o ángulo enviado. Además, debe permitir mantener un historial de los posicionamientos registrados para llevar control acerca de sus últimas ubicaciones.

En el primer capítulo se describe la problemática y se establece el objetivo general y los objetivos específicos de la tesis, así como la justificación, el alcance y límites de la misma. El segundo capítulo hace referencia al marco teórico y las definiciones que nos permiten entender desde la base la aplicación desarrollada. En el tercer capítulo se muestra el desarrollo del sistema paso a paso tanto en el diseño del hardware como del software. El cuarto capítulo nos permite analizar los costos para la implementación de este proyecto y al final se muestra las conclusiones.

PALABRAS CLAVE: ANTENA, MICROONDAS, RECEPCION, TRANSMISION, POSICION, SERVOMOTOR, ARDUINOMEGA, GSM, SMS, BLUETOOTH, POTENCIA, VOLTAJE.

ABSTRACT

Currently many companies are taking advantage of technological advances, such as robotics, automation, home automation, which is taking advantage, here is born the idea of designing and implementing a system that is able to control a platform or mechanical ramp on which will rest a microwave transmission equipment, as well as the idea of controlling a satellite reception antenna.

In this thesis, we propose to position the microwave reception antenna, this remotely from anywhere with access to the GSM / GPRS network and optionally via Bluetooth, the position is sent in degrees to a Servomotor that controls the platform on which there is the reception antenna.

The final position will be according to the signal power data of the antenna which is also remotely read using text messages by SMS or BLUETOOTH. If the voltage read is high according to characteristics of the antenna that for some cases can be 3.7 volts, it will remain in the position or angle sent. In addition, it should allow maintaining a record of the registered positions to keep track of their last locations.

In the first chapter the problem is described and the general objective and the specific objectives of the thesis are established, as well as the justification, scope and limits of the same. The second chapter refers to the theoretical framework and the definitions that allow us to understand the application developed from the base. The third chapter shows the step-by-step development of the system in both hardware and software design. The fourth chapter allows us to analyze the costs for the implementation of this project and in the end the conclusions are shown.

KEY WORDS: ANTENNA, MICROWAVE, RECEPTION, TRANSMISSION, POSITION, SERVOMOTOR, ARDUINOMEGA, GSM, SMS, BLUETOOTH, POWER, VOLTAGE.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. DELIMITACION

En la actualidad muchas empresas están aprovechando el avance tecnológico, como la robótica, la automatización, domótica, de las cuales se está tomando provecho, aquí nace la idea de diseñar e implementar un sistema tal que sea capaz de controlar una plataforma o rampa mecánica sobre la cual reposara un equipo de transmisión de microondas, así como también la idea de controlar una antena de recepción satelital.

La necesidad de poder hacer trabajar estos equipos y la de renovar su método de trabajo fue el principal objetivo por el cual se realiza el proyecto para estar acorde a la época y a la de maximizar los trabajos y minimizar los riesgos laborales de la parte humana.

En la empresa CHIROQUITO S.A se necesita poder suplir con alguna vía mejorada el trabajo de posicionamiento de una de sus antenas satelitales que cubra menor tiempo de trabajo y menor carga operativa así como también de una base giratoria (rotor) para los enlaces terrestres vía microondas.

El proyecto planteado permitirá posicionar la antena tanto en ángulo de elevación así como en el ángulo azimut, esto de manera remota desde cualquier lugar con acceso a la red GSM/GPRS y opcionalmente vía Bluetooth. Además, debe permitir mantener un historial de los posicionamientos registrados para llevar control acerca de sus últimas ubicaciones. También debe de contar con una parada de emergencia para detener el sistema.

¿Es posible Diseñar e implementar un sistema de Telemetría con Tecnología GSM/GPRS y BLUETOOTH para el control de posición en antenas de microondas?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Diseñar e implementar un sistema de Telemetría con Tecnología GSM/GPRS y opcionalmente usando BLUETOOTH para el control de posición en antenas de microondas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la tarjeta electrónica para control de posición usando servomotores
- Configuración de la red GSM/GPRS
- Diseñar el protocolo de comunicaciones GSM/GPRS
- Diseño del software necesario para el envío de posición de la antena y lectura de potencia de señal usando mensajes de texto.
- Diseñar el protocolo de comunicaciones por BLUETOOTH
- Diseño de software necesario para el envío de posición de antena y lectura de potencia de señal usando BLUETOOTH

1.3. HIPÓTESIS GENERAL

Usando la tecnología de la información y la electrónica moderna si es posible diseñar e implementar un sistema de Telemetría con Tecnología GSM/GPRS y BLUETOOTH para el control de posición en antenas de microondas.

1.4. JUSTIFICACION

En la actualidad muchas empresas están aprovechando el avance tecnológico, como la robótica, la automatización, domótica, de las cuales se está tomando provecho, aquí nace la idea de diseñar e implementar un sistema tal que sea capaz de controlar una plataforma o rampa mecánica sobre la cual reposara un equipo de recepción de microondas. Por lo que se hace necesario y se justifica el diseño e implementación de un sistema que permita controlar la posición de una antena de microondas que cubra menor tiempo de trabajo y menor carga operativa, usando mensajes de texto SMS y por BLUETOOTH.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según **Dennis Xavier Arroba Tijerino**, en su Tesis titulada **“Sistema de control automático para una antena satelital”**, indica lo siguiente: La red nacional de VSAT-ICE del Instituto Costarricense de Electricidad se encarga de proporcionar servicios de banda ancha y teléfono para zonas remotas a lo largo y ancho del país. El punto central de esta red se encuentra ubicado en la Estación Terrena de Tarbaca, en el cantón de Aserri, provincia de San José, Costa Rica, aproximadamente a veinte kilómetros de distancia del centro de la capital.

El sistema que controla la Antena satelital que recibe la información procedente de un satélite en órbita geoestacionaria y que posteriormente reparte a la red VSAT-ICE, data de los años 80 y posee tecnología que al día de hoy se considera obsoleta. Producto de esta antigüedad, el sistema presenta una falla que obliga que, si se presenta algún problema en cuanto al posicionamiento de la antena o una interrupción en la alimentación eléctrica, se deba apersonar algún funcionario de soporte del ICE para reajustar y reposicionar la antena a la hora y fecha que se requiera.

Es por esta razón que aparece la necesidad de diseñar un prototipo para un nuevo control de la antena que pueda eventualmente llegar a ser implementado, no solamente para reemplazar el tipo de tecnología sobre el cual está construido el sistema, sino también que se pueda acceder y controlar de manera remota vía internet para evitar el traslado de personal hasta Tarbaca, y así, poder reducir costos en cuanto a transporte y horas extras

Según **LUIS GUILLERMO HENAO MELO.**, en su Tesis titulada **“DISEÑO DE UN EQUIPO DE RASTREO SATELITAL DE ELEMENTOS USANDO TECNOLOGÍAS GPS Y GSM”**, indica lo siguiente: Al día de hoy los equipos de rastreo, han tomado gran fuerza en diferentes ambientes, como son, la industria automotriz, los servicios de transporte, hasta en la medicina. En el servicio de transporte es donde se ha tenido mayor impulso a esta tecnología, donde se requiere conocer la ubicación geográfica de sus elementos como son: vehículos,

paquetes, equipos delicados o costosos, con el propósito de tener seguridad, seguimiento y logística, como también el saber los recorridos realizados por su flota de vehículos y tener un control de gastos por optimización de rutas. También en el campo de la medicina el servicio de rastreo puede apoyar a que personas con la enfermedad de Alzheimer puedan ser localizadas en momentos que se extravíen. La seguridad para la comunidad puede ser también un factor importante para la ejecución de este proyecto, entes como la Policía, Bomberos y Ambulancias pueden ser optimizadas para actuar más rápidamente ante una emergencia al ubicar sus patrullas en tiempo real y ubicarlas en el sitio. Como se puede observar el campo de acción para la consecución de este proyecto puede aportar beneficios en muchos ámbitos ya sea comercial o la parte social.

Según **KARLA PATRICIA ACOSTA PEÑA**, en su Tesis titulada **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SIMULADOR DE CONTROL DOMÓTICO PARA UNA VIVIENDA MEDIANTE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN VÍA SMS”**, indica lo siguiente: Este proyecto de desarrollo tecnológico, nuevo en nuestro país, a más de abrir nuevos campos a la automatización de las viviendas, brindando confort, seguridad y bienestar a los usuarios, permite ir un paso más adelante del simple sistema de seguridad que se promociona hoy en día. Este prototipo de control domótico, que brinda un sistema de seguridad, simulador de presencia y domoportero mediante un sistema de comunicación vía SMS, está basado en los pilares básicos de la domótica como son; seguridad, comunicaciones, confort y bienestar y control energético. Todo esto hace que este proyecto sea de gran interés para muchos constructores para mejorar y elevar de nivel sus obras.

El proyecto va orientado para la comodidad de los usuarios, los mismos que con un mensaje de texto desde su celular puede controlar su vivienda, también lo puedo hacer desde el panel de control que se encuentra situado dentro de la misma. Para cualquier configuración o activación / desactivación del sistema lo debe realizar mediante una clave de cuatro dígitos, la cual puede ser modificada por el usuario.

El simulador de presencia es de gran ayuda al momento de hablar de seguridad, ya que el sistema realiza la activación de luminarias en cualquier momento y de

cualquier luminaria, sin la necesidad de que el usuario tenga que configurarlo constantemente.

2.2. TELEMETRIA

Se conoce como telemetría al sistema que permite la monitorización, mediación y/o rastreamiento de magnitudes físicas o químicas a través de datos que son transferidos a una central de control.

El sistema de telemetría se realiza normalmente mediante comunicación inalámbrica pero también se puede realizar a través de otros medios como: teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, entre otros. La telemetría es usada en áreas muy diversas que va desde el automovilismo, aviación, astrología, pasando por la agricultura, industria de petróleo, medicina y hasta biología.(SIGNIFICADOS, 2015)

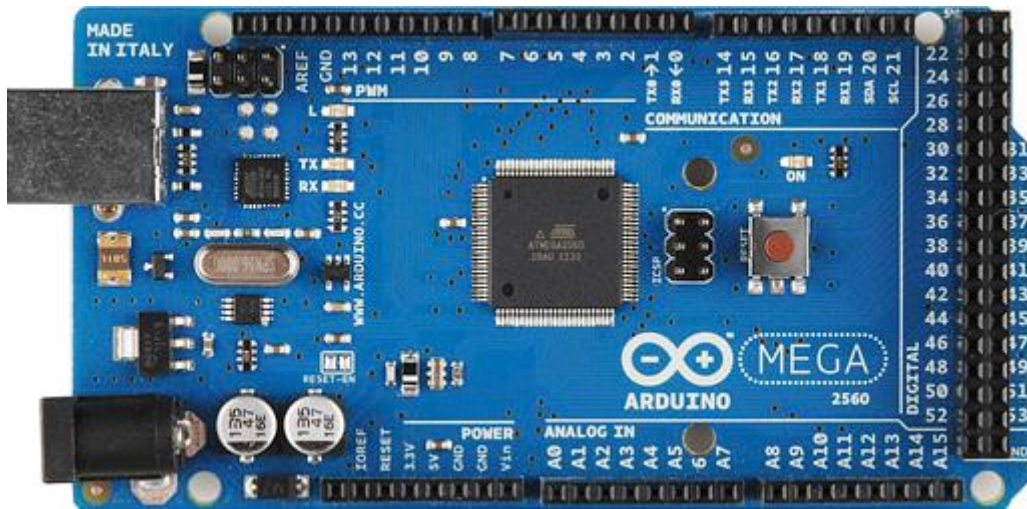
La telemetría tiene como objetivo permitir la mediación de magnitudes físicas o químicas, conocer los estados de los procesos y sistema, así como controlar de manera remota el funcionamiento, corregir los errores y enviar la información recabada hacia un sistema de información para su uso y provecho.

El sistema de telemetría funciona por medio de un transductor como dispositivo de entrada, un medio de transmisor en forma de líneas de cable u ondas de radio, procesamiento de señales, dispositivo de grabación o visualización de datos. El transductor tiene como principal función convertir la magnitud física o química como: la temperatura, presión, vibraciones, voltaje, en una señal eléctrica, que es transmitida a distancia a efecto de ser registrada y medida.

La telemetría permite supervisar los niveles de líquidos en ríos, contenedores, depósitos, entre otros, permite medir los parámetros de fluidos como temperatura, presión, caudales, y el monitoreo del medio ambiente como la propiedad del viento, agua, aire, y detectar gases peligrosos para el mismo. Del mismo modo, prevé cuando pueda ocurrir un desastre natural como tsunamis, a través de telemetría por radio, que mide el comportamiento de ondas y tamaños. Etimológicamente, la palabra telemetría es de origen griego “tele” que significa “distancia” y “metría” que expresa “medida”.(SIGNIFICADOS, 2015)

2.3. ARDUINO MEGA 2560

La placa ARDUINO MEGA 2560 es la que se muestra en la siguiente Figura 2.3.



1.FIGURA 2.1. ARDUINO MEGA 2560 (www.robotshop.com)

2.3.1. VISION GENERAL

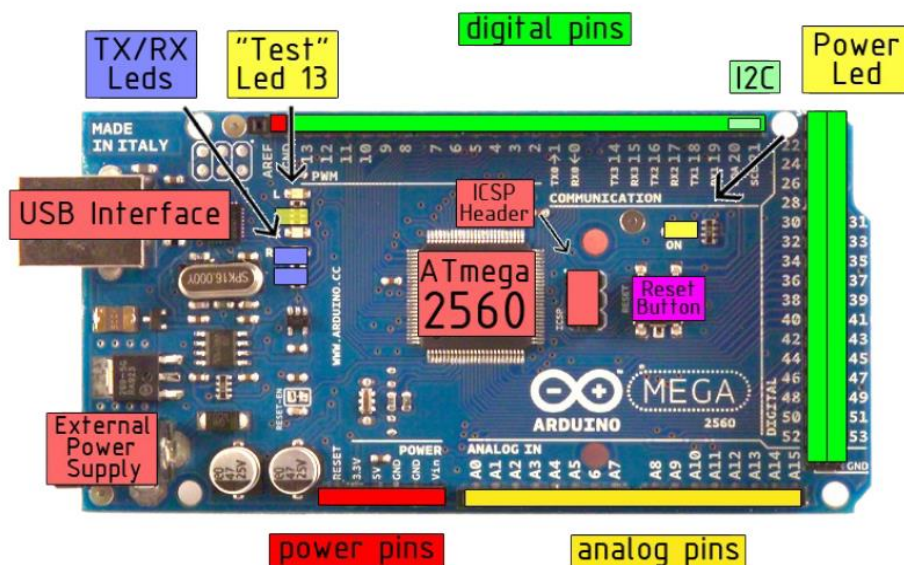
El ARDUINO MEGA 2560 es una placa basada en el microprocesador Atmega2560. Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 15 pueden utilizarse para salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie por hardware), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de RESET. Contiene todo lo necesario para hacer funcionar el microcontrolador, simplemente conectarlo a un ordenador con un cable USB, o alimentarlo con un adaptador de corriente AC a DC para empezar. Mega es compatible con la mayoría de los SHIELD diseñados para ARDUINO DUEMILANOVE O DIECIMILA.

MEGA 2560 es una actualización de la placa ARDUINO MEGA, al que sustituye. MEGA2560 difiere de todas las placas anteriores ya que no utiliza el chip controlador de USB a serial FTDI. En su lugar, ofrece el ATMEGA16U2 programado como convertidor USB a serie. Esto implica que se trabaje con /dev/ACM.(ATMEL, s.f.)

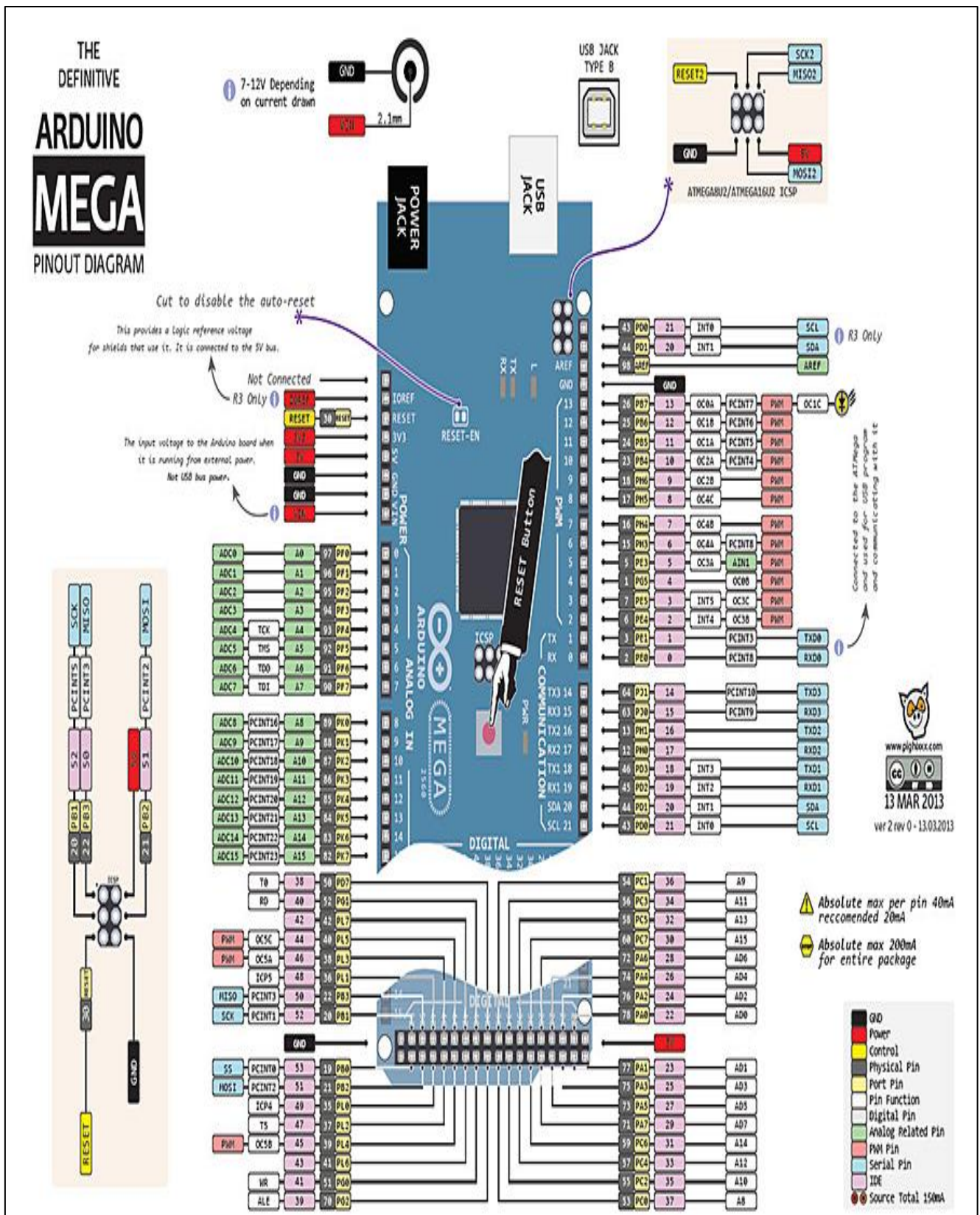
2.3.2. MAPEADO DE PIN

2.3.3. RESUMEN

- ❖ Microcontrolador ATmega2560
- ❖ Voltaje de funcionamiento 5V
- ❖ Voltaje de entrada (recomendado) 7-12V
- ❖ Voltaje de entrada (limite) 6-20V
- ❖ Pines E/S digitales 54 (15 proporcionan salida PWM)
- ❖ Pines de entrada analógica 16
- ❖ Intensidad por pin 40 mA
- ❖ Intensidad en pin 3.3V 50 mA
- ❖ Memoria Flash 256 KB de las cuales 8 KB las usa el gestor de arranque (bootloader)
- ❖ SRAM 8 KB
- ❖ EEPROM 4 KB
- ❖ Velocidad de reloj 16 MHz



2.FIGURA 2.2. DISTRIBUCION DE PINES DEL ARDUINO MEGA 2560
(www.robotshop.com)



(F.MORENO, 2004)

3.FIGURA 2.3. DIAGRAMA DE PINES DEL ARDUINO MEGA 2560. (www.robotshop.com)

Las fuentes de alimentación externas (no-USB) pueden ser un transformador o una batería. El transformador se puede conectar usando un conector macho de 2.1mm con centro positivo en el conector hembra de la placa. Los cables de la batería pueden conectarse a los pines GND y Vin en los conectores de alimentación (POWER).

La placa puede trabajar con una alimentación externa de entre 6 a 20 voltios. Si el voltaje suministrado es inferior a 7V el pin de 5V puede proporcionar menos de 5 Voltios y la placa puede volverse inestable, si se usan mas de 12V los reguladores de voltaje se pueden sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.(ATMEL, s.f.)

Los pines de alimentación son los siguientes:

- ❖ **VIN.** La entrada de voltaje a la placa ARDUINO cuando se está usando una fuente externa de alimentación (en contraposición a los 5 voltios de la conexión USB). Se puede proporcionar voltaje a través de este pin, o, si se está alimentado a través de la conexión de 2.1mm, acceder a ella a través de este pin.
- ❖ **5V.** La fuente de voltaje estabilizado usado para alimentar el microcontrolador y otros componentes de la placa. Esta puede provenir de VIN a través de un regulador integrado en la placa, o proporcionada directamente por el USB u otra fuente estabilizada de 5V.
- ❖ **3V3.** Una fuente de voltaje a 3.3 voltios generada en el chip FTDI integrado en la placa. La corriente máxima soportada 50mA.
- ❖ **GND.** Pines de toma de tierra.
- ❖ **IOREF.** Este pin proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un shield configurado puede leer el voltaje pin IOREF y seleccionar la fuente de alimentación adecuada o habilitar traductores tensión en las salidas para trabajar con los 5V o 3.3V.(ATMEL, s.f.)

2.3.5 ENTRADAS Y SALIDAS

Cada uno de los 54 pines digitales en el Mega pueden utilizarse como entradas o salidas usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()` . Las E/S operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir una intensidad máxima

de 40mA y tiene una resistencia interna (desconectada por defecto) de 20-50kOhms. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:(ATMEL, s.f.)

- ❖ **SERIE:** 0 (RX) y 1 (TX), Serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); Serie 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serie 3: 15 (RX) y 14 (TX). Usado para recibir (RX) transmitir (TX) datos a través de puerto serie TTL. Los pines Serie: 0 (RX) y 1 (TX) están conectados a los pines correspondientes del chip ATmega16U2.
- ❖ **INTERRUPCIONES EXTERNAS:** 2 (interrupción 0), 3 (interrupción 1), 18 (interrupción 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrupción 3), y 21 (interrupción 2). Estos pines se pueden configurar para lanzar una interrupción en un valor LOW (0V), en flancos de subida o bajada (cambio de LOW a HIGH (5V) o viceversa), o en cambios de valor.
- ❖ **PWM:** de 2 a 13 y 44 a 46. Proporciona una salida PWM (Pulse Wave Modulation, modulación de onda por pulsos) de 8 bits de resolución (valores de 0 a 255) a través de la función analogWrite().
- ❖ **SPI:** 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Estos pines soportan comunicación SPI utilizando la biblioteca de SPI . Los pines SPI también se desglosan en la cabecera ICSP, que es físicamente compatible con el Uno, Duemilanove y Diecimila.
- ❖ **LED:** 13. Hay un LED integrado en la placa conectado al pin digital 13, cuando este pin tiene un valor HIGH(5V) el LED se enciende y cuando este tiene un valor LOW(0V) este se apaga.
- ❖ **TWI:** 20 (SDA) y 21 (SCL) Apoyar la comunicación TWI utilizando la librería Wire.
- ❖ El Mega2560 tiene 16 entradas analógicas, cada una de las cuales proporcionan una resolución de 10 bits (1.024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el tierra a 5 voltios, aunque es posible cambiar la cota superior de su rango utilizando el pin AREF y función analog Reference ().

Hay unos otros pines en la placa:

- ❖ **AREF.** Voltaje de referencia para las entradas analógicas. Usado por analogReference().(ATMEL, s.f.)

- ❖ **RESET.** Suministrar un valor LOW (0V) para reiniciar el microcontrolador. Típicamente usado para añadir un botón de reset a los shields que no dejan acceso a este botón en la placa.

2.3.6. COMUNICACIÓN

El **ARDUINO MEGA2560** tiene una serie de facilidades para la comunicación con un ordenador, otro **ARDUINO**, u otros microcontroladores. El **ATMEGA2560** proporciona cuatro UART hardware para TTL (5V) de comunicación serie. Un **ATMEGA16U2** canaliza a uno de ellos sobre el USB y proporciona un puerto com virtual para software al equipo (máquinas de Windows tendrá un archivo .inf, pero las máquinas OSX y Linux reconocerán la placa automáticamente). El **SOFTWARE DE ARDUINO** incluye un monitor serie que permite enviar datos desde y hacia la placa. Los LEDs RX y TX de la placa parpadearán cuando se están transmitiendo datos a través de ATmega8U2/ATmega16U2 chip y la conexión USB al ordenador (pero no para la comunicación serial en los pines 0 y 1).

La biblioteca Software Serial permite la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales del **MEGA2560**.

El **ATMEGA2560** también soporta TWI y la comunicación SPI.(ATMEL, s.f.)

2.3.7. PROGRAMACIÓN

El **ATMEGA2560** en el **ARDUINO MEGA** viene precargado con un gestor de arranque (**BOOTLOADER**) que permite cargar nuevo código sin necesidad de un programador por hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo STK500 original.

También se puede saltar el gestor de arranque y programar directamente el microcontrolador a través del puerto ISCP (In Circuit Serial Programming).(ATMEL, s.f.)

2.3.8. REINICIO AUTOMÁTICO POR SOFTWARE

En vez de necesitar reiniciar presionando físicamente el botón de reset antes de cargar, el Arduino Mega2560 está diseñado de manera que es posible reiniciar por software desde el ordenador al que esté conectado. Una de las líneas de control de flujo (DTR) del ATmega8U2 está conectada a la línea de reinicio del

ATmega2560 a través de un condensador de 100 nanofaradios. Cuando la línea se pone a LOW (0V), la línea de reinicio también se pone a LOW el tiempo suficiente para reiniciar el chip. El software de Arduino utiliza esta característica para permitir cargar los sketches con solo apretar un botón del entorno. Dado que el gestor de arranque tiene un lapso de tiempo para ello, la activación del DTR y la carga del sketch se coordinan perfectamente.

Esta configuración tiene otras implicaciones. Cuando el Mega2560 se conecta a un ordenador con Mac OS X o Linux, este reinicia la placa cada vez que se realiza una conexión desde el software (vía USB). El medio segundo aproximadamente posterior, el gestor de arranque se ejecutará. A pesar de estar programado para ignorar datos mal formateados (ej. cualquier cosa que la carga de un programa nuevo) intercepta los primeros bytes que se envían a la placa justo después de que se abra la conexión. Si un sketch que se está ejecutando en la placa recibe algún tipo de configuración inicial u otro tipo de información al inicio del programa, asegúrese de que el software con el cual se comunica espera un segundo después de abrir la conexión antes de enviar los datos.

El Mega2560 contiene una pista que puede ser cortada para deshabilitar el auto-reset. Las terminaciones a cada lado pueden ser soldadas entre ellas para rehabilitarlo. Están etiquetadas con "RESET-EN". También se puede deshabilitar el auto-reset conectando una resistencia de 110 Ω desde el pin 5V al pin de reset.(ATMEL, s.f.)

2.3.9. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COMPATIBILIDAD DE SHIELDS

La longitud y amplitud máxima de la placa Mega2560 es de 4 y 2.1 pulgadas respectivamente, con el conector USB y la conexión de alimentación sobresaliendo de estas dimensiones. Tres agujeros para fijación con tornillos permiten colocar la placa en superficies y cajas. Se debe tener en cuenta que la distancia entre los pines digitales 7 y 8 es 160 mil (0,16").

El Mega está diseñado para ser compatible con la mayoría de shields diseñados para el Uno, Diecimila o Duemilanove. Pines digitales 0 a 13 (y los pines AREF y GND adyacentes), las entradas analógicas de 0 a 5, los conectores de alimentación, y los conectores ICSP están todos ubicados en posiciones equivalentes. Además la UART principal (puerto serie) se encuentra en los mismos pines (0 y 1), al igual que las interrupciones externas 0 y 1 (pines 2 y 3,

respectivamente). SPI está disponible a través de la cabecera ICSP tanto en el Mega2560 y Duemilanove / Diecimila.(ATMEL, s.f.)

2.3.10. REVISIONES

El Mega 2560 no utiliza el chip controlador FTDI USB-a-serie utilizados en los diseños anteriores. En lugar de ello, se cuenta con el ATmega16U2 (placas Arduino ATmega8U2 revisión 1 y 2) programado como un convertidor de USB a serie.

La revisión 2 de la placa Mega 2560 tiene una resistencia que lleva la línea 8U2 HWB a tierra, por lo que es más fácil de poner en modo DFU.

La revisión 3 de la placa ARDUINO y la actual GENUINO MEGA 2560 tienen las siguientes características mejoradas:

- ❖ Pines1.0 : Pines SDA y SCL - cerca del pin AREF - y otros dos nuevos pines colocados cerca del pin de RESET,el IOREF que permite a los escudos adaptarse a la tensión suministrada desde la placa. En el futuro, los escudos serán compatibles tanto con la placa que utilice el AVR, que operan con 5 V como con la placa que utiliza ATSAM3X8E, que opera con 3.3 V. El segundo es un pin no está conectado, que está reservado para usos futuros.
- ❖ Circuito de RESET más vigoroso.
- ❖ ATmega 16U2 sustituye al 8U2.(ATMEL, s.f.)

2.4.SISTEMA DE COMUNICACIONES MOVILES

2.4.1.INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES.

El propósito de un sistema de comunicaciones móvil es, como su nombre indica, prestar servicios de telecomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrenas fijas, o entre dos estaciones móviles. Existen dos formas de comunicaciones móviles: inalámbrica y celular.

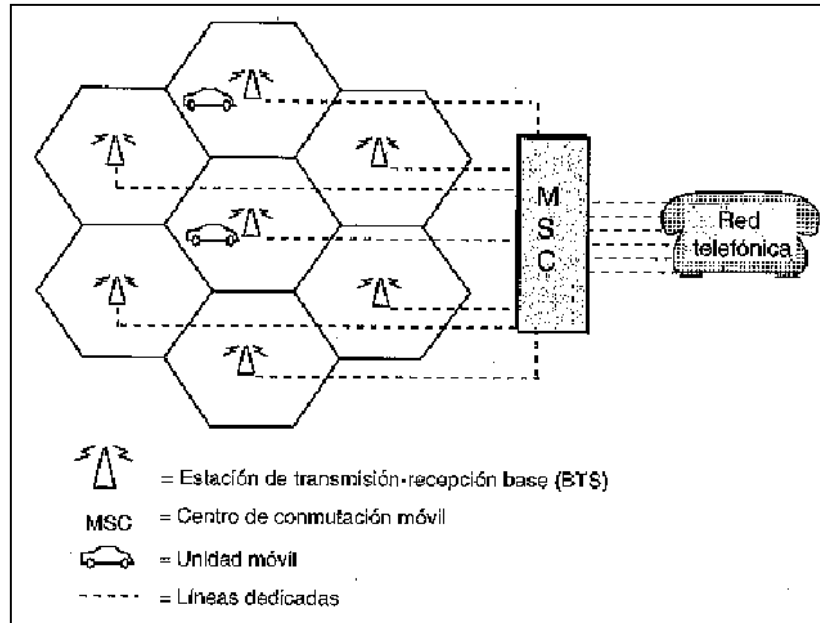
- Comunicación inalámbrica: El radio de acción de esta tecnología es muy limitado. De hecho los equipos móviles y los de transmisión-recepción deben estar situados en zonas geográficas muy cercanas, como por ejemplo, dentro de un mismo edificio.
- Comunicación celular: Tiene una red totalmente definida que incluye protocolos para establecer y despejar llamadas así como rastrear las unidades móviles dentro de áreas geográficas definidas llamadas células, que dan nombre a la tecnología. Dado que los sistemas celulares operan con una potencia más alta que los inalámbricos, el radio de acción de los primeros es mucho más extenso, siendo el tamaño de las células del orden de kilómetros.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.4.2. TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA CELULAR.

Los componentes principales de un sistema celular son:

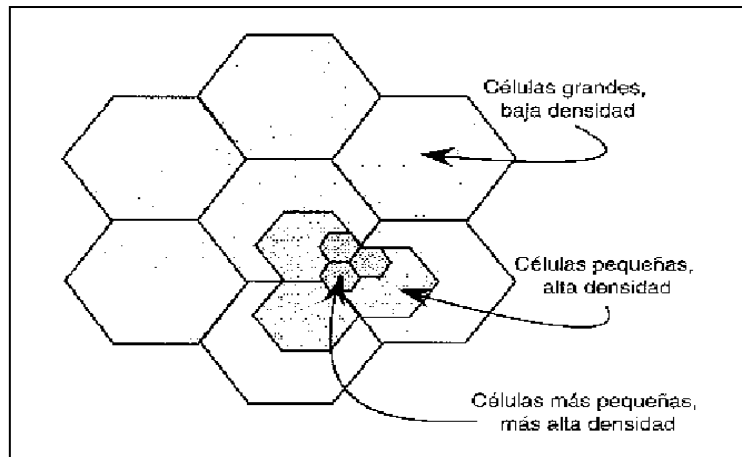
- El centro de conmutación móvil (MSC, Mobile Switching Center), que es el centro de control de los sistemas celulares; se encarga de conmutar las llamadas a las células, proporcionar respaldo, conectarse con las redes telefónicas, monitorizar el tráfico para fines de cobro, realizar pruebas y diagnósticos, y realizar labores de administración de la red en general.
- Las células, que son las distintas áreas geográficas en las que se divide el área total que pretende cubrir el sistema.
- La unidad móvil, que es el transmisor-receptor móvil, casi siempre situado en un automóvil, camión, embarcación, etc., y que contiene un módem capaz de cambiar de frecuencia que le permite sincronizarse con una frecuencia dada, designada por el MSC.

- La estación de transmisión-recepción base (BTS, Base Transceiver Station). Existe una por cada célula y junto a ésta es la interfaz entre la unidad móvil y el MSC.



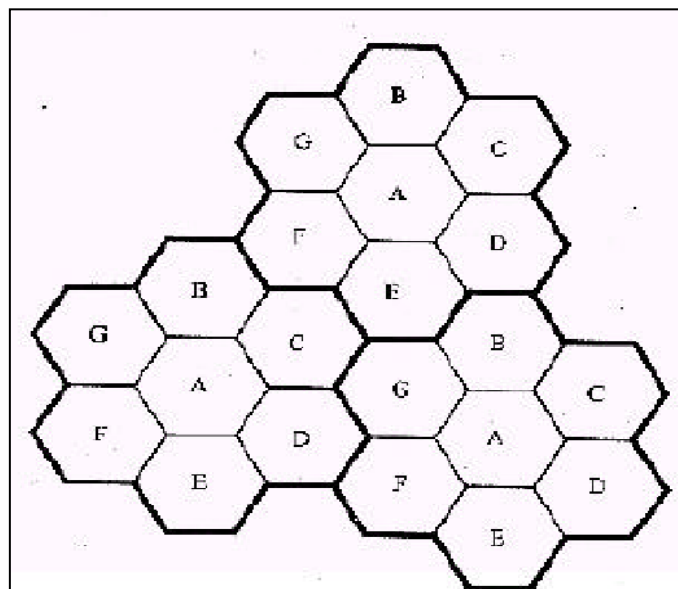
5 FIGURA 2.5. TOPOLOGÍA REPRESENTATIVA DE UN SISTEMA CELULAR.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

En áreas urbanas muy pobladas, el volumen tan alto de tráfico local puede agotar los canales de radio disponibles. No obstante, es posible aumentar hasta cierto punto la capacidad del sistema reduciendo continuamente el tamaño de las células y la potencia transmitida de las estaciones base. La reducción en el radio de las células permite reutilizar las bandas disponibles en células no contiguas. La estrategia permite al proveedor de portadora celular reducir y aumentar el tamaño de las células para dar cabida al crecimiento o a la reducción de las poblaciones de esta base de suscriptores móviles.



6 FIGURA 2.6. DIVISIÓN DE CÉLULAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

Debe hacerse hincapié en que la partición de células requiere un diseño cuidadoso durante el establecimiento inicial del sistema, a fin de minimizar la cantidad de ajustes que es preciso hacer al sistema. Además, si las células son pequeñas se requieren transferencias de control más frecuentes (cuando la unidad móvil pasa de una célula a otra), lo que aumenta el gasto extra de la red.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)



7 FIGURA 2.7. EJEMPLO DE REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.4.3. INTERFERENCIAS Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

La interferencia es el principal factor que limita el desarrollo de los sistemas celulares. Las fuentes de interferencias incluyen a otras estaciones móviles dentro de la misma celda, o cualquier sistema no celular que de forma inadvertida introduce energía dentro de la banda de frecuencia del sistema celular. Las interferencias en los canales de voz causan el "cross-talk", consistente en que el abonado escucha interferencias de fondo debidas a una transmisión no deseada. Sobre los canales de control, las interferencias conducen a llamadas perdidas o bloqueadas debido a errores en la señalización digital. Las interferencias son más fuertes en las áreas urbanas, debido al mayor ruido de radio frecuencia y al gran número de estaciones base y móviles. Las interferencias son las responsables de formar un cuello de botella en la capacidad y de la mayoría de las llamadas entrecortadas.

Los dos tipos principales de interferencias generadas por sistemas son las interferencias co-canal y las interferencias entre canales adyacentes. Aunque las señales de interferencia se generan frecuentemente dentro del sistema celular, son difíciles de controlar en la práctica (debido a los efectos de propagación aleatoria).

Pero las interferencias más difíciles de controlar son las debidas a otros usuarios de fuera de la banda (de otros sistemas celulares, por ejemplo), que llegan sin avisar debido a los productos de intermodulación intermitentes o a sobrecargas del terminal de otro abonado. En la práctica, los transmisores de portadoras de sistemas celulares de la competencia, son frecuentemente una fuente significativa de interferencias de fuera de banda, dado que la competencia frecuentemente coloca sus estaciones base cerca, para proporcionar una cobertura comparable a sus abonados. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.4.4. INTERFERENCIA CO-CANAL Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

La reutilización de frecuencias implica que en un área de cobertura dada haya varias celdas que usen el mismo conjunto de frecuencias. Estas celdas son llamadas celdas co-canales, y la interferencia entre las señales de estas celdas se le llama interferencia co-canal. Al contrario que el ruido térmico, que se puede superar incrementando la relación señal ruido ("Signal to Noise Ratio" ó SNR),

la interferencia co-canal no se puede combatir simplemente incrementando la potencia de portadora de un transmisor. Esto es debido a que un incremento en la potencia de portadora de transmisión de una celda, incrementa la interferencia hacia las celdas co-canales vecinas. Para reducir la interferencia co-canal las celdas co-canales deben estar físicamente separadas por una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento debido a las pérdidas en la propagación.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.4.5 INTERFERENCIA ENTRE CANALES ADYACENTES

Entran en este apartado las interferencias procedentes de señales que son adyacentes en frecuencia a la señal deseada. Estas interferencias están producidas por la imperfección de los filtros en los receptores que permiten a las frecuencias cercanas colarse dentro de la banda pasante. El problema puede ser particularmente serio si un usuario de un canal adyacente está transmitiendo en un rango muy próximo al receptor de un abonado, mientras que el receptor está intentando recibir una estación base sobre el canal deseado. A esto se le suele llamar efecto "nearfar", donde un transmisor cercano (que puede ser o no del mismo tipo que el usado en el sistema celular) captura al receptor del abonado. Otra forma de reducir el mismo efecto es cuando un móvil cercano a una estación base transmite sobre un canal cercano a otro que está usando un móvil débil. La estación base puede tener dificultad para discriminar al usuario móvil deseado del otro debido a la proximidad entre los canales.

Este tipo de interferencias se pueden minimizar filtrando cuidadosamente, y con una correcta asignación de frecuencias. Dado que cada celda maneja sólo un conjunto del total de canales, los canales a asignar en cada celda no deben estar próximos en frecuencias.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.4.6. CONTROL DE POTENCIA PARA REDUCIR LAS INTERFERENCIAS

En los sistemas celulares de radio, los niveles de potencia transmitida por cada unidad de los abonados, están bajo un control constante por las estaciones base servidoras. Esto se hace para asegurar que cada móvil transmite la potencia más baja necesaria y así reducir las interferencias entre canales.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.4.7. TIPOS DE SISTEMAS CELULARES E IMPACTO EN EL MERCADO

<i>A. Primeros sistemas celulares en kHz y km. [LEE89]</i>				
	<i>AMPS</i>	<i>TACS</i>	<i>NMT</i>	<i>T(450C)</i>
Estación base	870-890	935-960	463-467.5	461.3-465.74
Estación móvil	825-845	870-915	453-457.5	451.3-455.74
Espaciado	45	45	10	10
Radio de cobertura	2-20	2-20	1.8-40	5-30
Modulación	FM	FM	FM	FM
<i>B. Crecimiento mundial de suscriptores (millones de suscriptores) 1994-1995 [PCSC95]</i>				
	<i>6/95</i>	<i>12/94</i>		
Europa	18.5	14.7		
Asia-Pacífico	15.6	11.1		
Norteamérica	28.2	26.0		
América del Sur/Central	3.0	2.4		
Medio Oriente	0.5	0.4		
África	0.6	0.3		
Total	66.4	54.9		
<i>C. Uso de la tecnología (millones de suscriptores): 1994-1995</i>				
	<i>6/95</i>	<i>12/94</i>		
<u>Análogica</u>				
AMPS	35.5	32.4		
TACS	12.3	9.5		
NMT-450	1.4	1.4		
NMT-900	3.0	2.7		
NTT	2.3	1.9		
Otras	0.9	1.0		
Subtotal	55.4	49.3		
<u>Digital</u>				
GSM	7.4	4.6		
PDC	1.5	0.5		
DCS-1800	0.6	0.4		
TDMA	1.5	1.0		
Subtotal	11.0	6.0		
Total	66.4	54.9		

8 FIGURA. 2.8. RESUMEN DE SISTEMAS CELULARES. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

Estos sistemas son incompatibles entre sí, lo cual dio lugar a plantearse la implantación de un sistema celular a nivel mundial. He aquí la razón de ser del modelo GSM.

2.5.GSM

2.5.1 INICIOS

Los primeros trabajos con GSM los inició en 1982 un grupo dentro del Instituto Europeo de Normas de Comunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standards Institute). Originalmente, este organismo se llamaba Groupe Sociale Mobile, lo que dio pie al acrónimo GSM.

El objetivo de este proyecto era poner fin a la incompatibilidad de sistemas en el área de las comunicaciones móviles y crear una estructura de sistemas de comunicaciones a nivel europeo.

GSM se diseñó para incluir una amplia variedad de servicios que incluyen transmisiones de voz y servicios de manejo de mensajes entre unidades móviles o cualquier otra unidad portátil.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

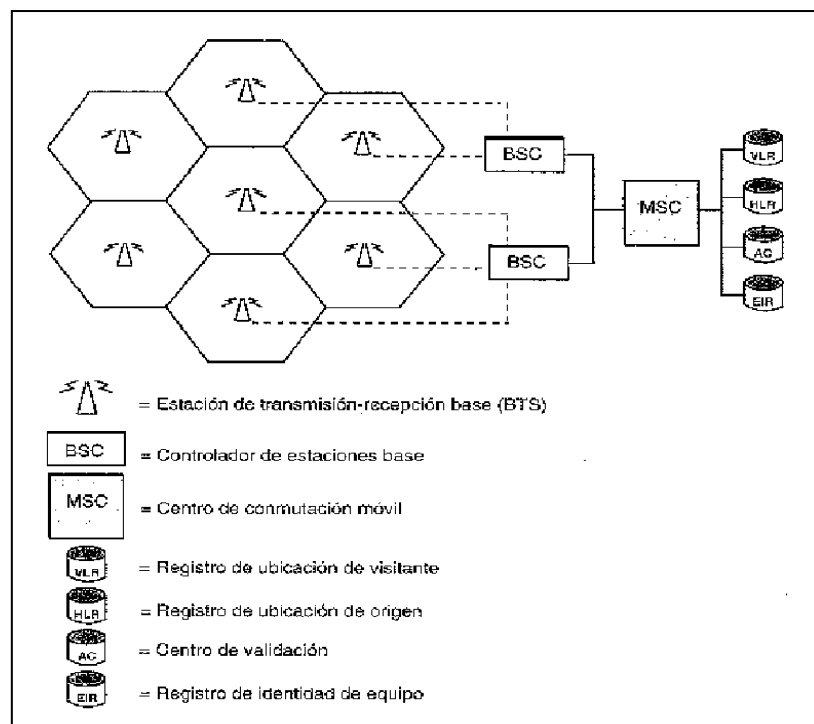
2.5.2 COMPONENTES DE GSM

Los componentes principales GSM son:

- El centro de conmutación móvil (MSC, Mobile Switching Center), es el corazón de todo sistema GSM y se encarga de establecer, gestionar y despejar conexiones, así como de enrutar las llamadas a la célula correcta. El MSC proporciona la interfaz con el sistema telefónico y presta servicios de determinación de cargos y contabilidad.
- La célula, cuyo tamaño es de aproximadamente 35 km.
- La unidad móvil (MS, Mobile Station).
- El controlador de estaciones base (BSC, Base Station Controller). Es un elemento nuevo introducido por GSM. Se encarga de las operaciones de transferencia de control de las llamadas y también de controlar las señales de potencia entre las BTS y las MS, con lo cual releva al centro de conmutación de varias tareas.
- La estación de transmisión-recepción base (BTS, Base Transceiver Station). Establece la interfaz a la unidad móvil. Está bajo el control del BSC.
- La HLR (Home Location Register) es una base de datos que proporciona información sobre el usuario, su base de suscripción de origen y los servicios suplementarios que se le proveen.
- El VLR (Visitor Location Register) es también una base de datos que contiene información sobre la situación de encendido/apagado de las

estaciones móviles y si se han activado o desactivado cualesquiera de los servicios suplementarios.

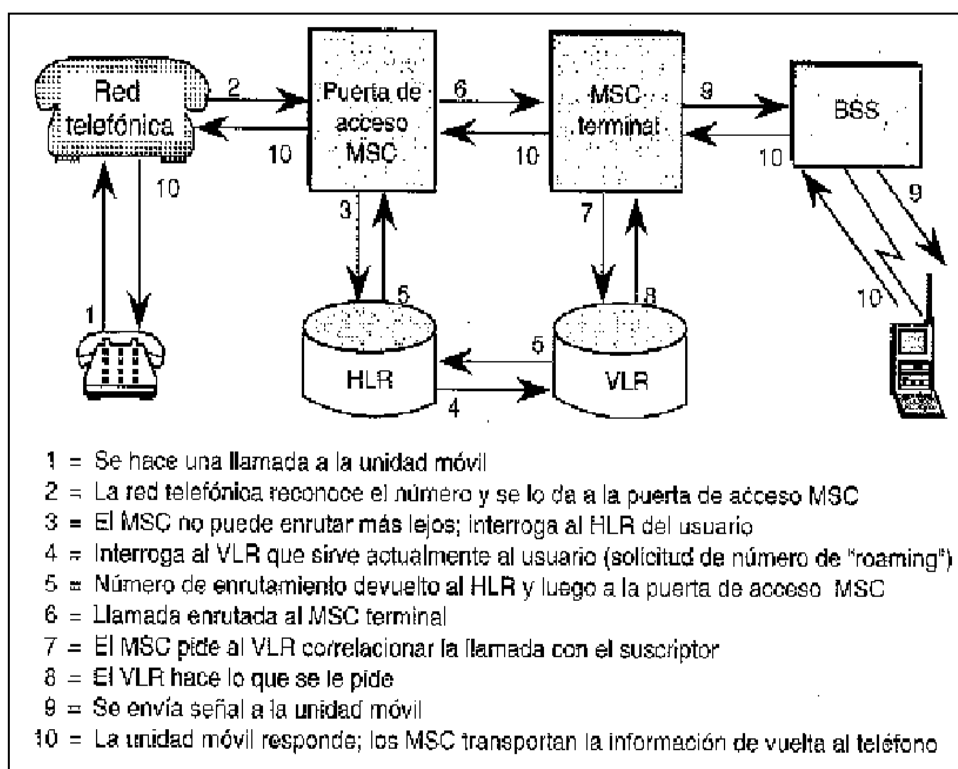
- El centro de validación (AC o AUC, Authentication Center) que sirve para proteger a cada suscriptor contra un acceso no autorizado o contra el uso de un número de suscripción por personas no autorizadas; opera en relación estrecha con el HLR.
- El registro de identidad del equipo (EIR, Equipment Identity Register) que sirve para registrar el tipo de equipo que existe en la estación móvil y también puede desempeñar funciones de seguridad como bloqueo de llamadas que se ha determinado que emanan de estaciones móviles robadas, así como evitar que ciertas estaciones que no han sido aprobadas por el proveedor de la red usen ésta. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)



9 FIGURA 2.9. ESQUEMA DE COMPONENTES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.5.3 ENRUTAMIENTO DE LLAMADAS

En la figura 2.38 se muestra un ejemplo de enrutamiento de llamadas GSM. En el paso 1, un usuario de teléfono llama a la unidad móvil a través de la red telefónica pública. La llamada se en ruta a un MSC de puerta (paso 2), el cual examina los dígitos marcados y determina que no puede enrutar la llamada más lejos; por tanto, en el paso 3, interroga el registro de ubicación de origen (HLR) del usuario llamado a través del SS7 TCAP (transation capabilities application part). El HLR interroga el registro de ubicación de visitante (VLR) que actualmente está dando servicio al usuario (paso 4). En el paso 5, el VLR devuelve un número de enrutamiento al HLR, que lo devuelve al MSC de puerta. Con base en este número de enrutamiento, el MSC de puerta en ruta la llamada al MSC terminal (paso 6). El MSC terminal consulta entonces el VLR para comparar la llamada entrante con la identidad del suscriptor receptor (pasos 7 y 8). En el paso 9, la BSS recibe una solicitud de notificación del MSC terminal y envía una señal de notificación. Cuando la señal de usuario regresa, la llamada se completa (paso 10).(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

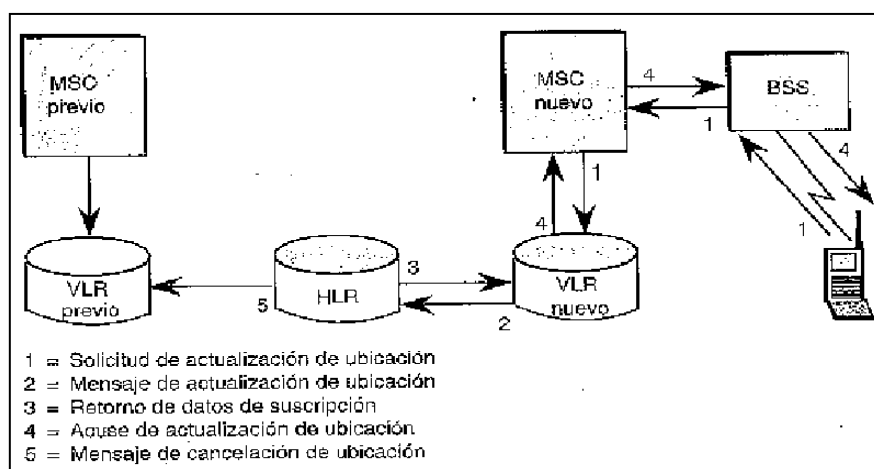


10 FIGURA 2.10. EJEMPLO DE GESTIÓN DE LLAMADAS GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.5.4 ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN

La figura 2.11 muestra un ejemplo de cómo un suscriptor puede vagar de una célula a otra y de cómo el sistema sigue la pista de dicho suscriptor. Cuando una estación móvil cruza una frontera de una célula, la unidad móvil envía automáticamente su solicitud de actualización de ubicación (que también contiene su identificación) a la BSS. El mensaje se en ruta al MSC de la nueva célula, que examina su VLR (VLR nueva en la figura 2.10). Si la VLR nueva no tiene información acerca de la identidad del mensaje para este usuario (porque el usuario llegó hace poco a esta área), envía un mensaje de solicitud de actualización de ubicación al registro de ubicación de origen del usuario (suceso 2). Este mensaje incluya la identidad del usuario así como la identidad del VLR que está enviando el mensaje. En el suceso 3, el HLR almacena la nueva ubicación que está enviando el mensaje. En el suceso 3, el HLR almacena la nueva ubicación del suscriptor como VLR nuevo y luego carga línea abajo la base de datos de suscripción del usuario en el nuevo VLR. Al recibir esta información, el nuevo VLR envía el acuse de recibo de la actualización de ubicación a través del nuevo MSC a la BSS y de vuelta al usuario móvil originador (suceso 4). Por último, en el suceso 5, el HLR envía un mensaje de cancelación de ubicación al VLR viejo para borrar los datos del suscriptor de su base de datos.

Importante, sólo un VLR a la vez debe conocer al suscriptor móvil. En este ejemplo, cuando el suscriptor se ha movido a otra área (otra célula), ha sido necesario actualizar el VLR.



11 FIGURA 2.11. ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

Es evidente que el HLR es el maestro de las bases de datos de suscriptores y por tanto coordina los cambios a los VLR y MSC conforme el suscriptor se mueve de una célula a otra.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

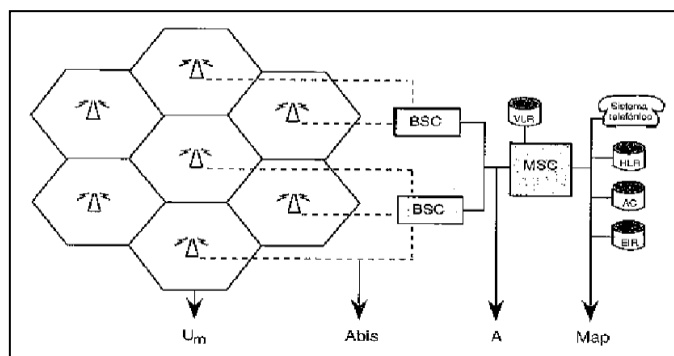
2.5.5. GSM 900/DCS 1800: CIMIENTOS DE PCS 1900 (TDMA)

En Norteamérica, varios proveedores de servicios han escogido al PCS 1900 de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, Time Division Multiple Acces) como tecnología de segunda generación para las redes móviles-inalámbricas. PCS 1900 (TDMA) es muy similar a GSM 900/DCS 1800, y utiliza el mismo protocolo Um; opera en el espectro de 1900 MHz.

Estos sistemas móviles-inalámbricos de segunda generación emplean técnicas similares para establecer los canales físicos y lógicos en la interfaz de radio. Las diferencias principales son las frecuencias que se usa para los canales físicos. Los canales lógicos (las slots de tiempo) son muy similares y se clasifican como canales de tráfico (TCH) o canales de control (CCH). Los canales físicos se designan con n , donde n es el ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number, número absoluto de canal radiofrecuencia). El sistema GSM 900 emplea dos bandas de 25 MHz para el enlace ascendente y el enlace descendente. Dentro de ese espectro se asignan canales de 200 KHz. El enlace ascendente y el descendente están separados por un espaciado de 45 MHz. El ARFCN varía entre q y 124.

La asignación de los canales de 100 KHz varía y depende de los patrones de tráfico y del tamaño de célula del sistema. El sistema DCS 1800 usa dos bandas de 75 MHz para el enlace ascendente y el descendente. Al igual que en GSM 900, se asignan canales de 200 KHz dentro de esas bandas. El enlace ascendente y el descendente están separados por un espaciado de 95 MHz. El ARFCN varía entre 512 y 885. En PCS 1900 (TDMA), el sistema usa dos bandas de 60 MHz para el enlace ascendente y el enlace descendente. Al igual que los otros sistemas, PCS 1900 usa canales de 200 KHz con el enlace ascendente y el descendente separados por un espaciado de 80 MHz.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.5.6. INTERFACES GSM



12FIGURA 2.12. LAS INTERFACES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

GSM se diseñó de modo que permitiera la división en particiones funcionales. Dichas particiones tienen sus fronteras en las diferentes interfaces que la componen. Estas son las siguientes:

- La interfaz **A**. Un lado de la interfaz se ocupa de las operaciones de MSC, HLR y VLR, y el otro lado de ella se encarga de las operaciones de BSC y de radio.
- Una segunda interfaz llamada **Abis**, define las operaciones entre el BSC y la BTS; se basa en un enlace de transmisión PCM-30 de 2 Mbit/s y LAPD.
- La interfaz de aplicación móvil, **MAP (Mobile Application Part)** define las operaciones entre el MSC y la red telefónica, así como el MSC, el HLR, el VLR y el EIR. MAP se implementa encima de SS7.
- La interfaz de radio **Um**, a la cual dedicamos un completo apartado debido a su trascendental importancia. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.6.SMS

2.6.1. DEFINICIÓN

Servicio de mensajes cortos. Es un sistema para enviar y recibir mensajes de texto para y desde teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1. El primer mensaje corto, se cree que fue enviado en Diciembre de 1992 desde un ordenador personal (PC) a un teléfono móvil a través de la red GSM Vodafone del Reino Unido. Cada mensaje puede tener

hasta 160 caracteres cuando se usa el alfabeto latino, y 70 caracteres si se usa otro alfabeto como el árabe o el chino.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.6.2. CARACTERÍSTICAS

Hay varias características únicas del servicio de mensajes cortos (SMS), según lo definido dentro del estándar digital de telefonía móvil GSM, un mensaje corto puede tener una longitud de hasta 160 caracteres. Esos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica. Los mensajes cortos basados en No-texto (por ejemplo, en formato binario) también se utilizan. Los mensajes cortos no se envían directamente del remitente al receptor, sino que se envían a través de un centro de SMS. Cada red de telefonía móvil que utiliza SMS tiene uno o más centros de mensajería para manejar los mensajes cortos. El servicio de mensajes cortos se caracteriza por la confirmación de mensaje de salida. Esto significa que el usuario que envía el mensaje, recibe posteriormente otro mensaje notificándole si su mensaje ha sido enviado o no. Los mensajes cortos se pueden enviar y recibir simultáneamente a la voz, datos y llamadas del fax. Esto es posible porque mientras que la voz, los datos y las llamadas del fax asumen el control de un canal de radio dedicado durante la llamada, los mensajes cortos viajan sobre un canal dedicado a señalización independiente de los de tráfico. Hay formas de enviar múltiples mensajes cortos:

- La concatenación SMS (que encadena varios mensajes cortos juntos).³
- La compresión de SMS (que consigue más de 160 caracteres de información dentro de un solo mensaje corto).

Para utilizar el servicio de mensajes cortos, los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un teléfono móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, ya sea una máquina de fax, un PC, un terminal móvil o un buzón de e-mail.(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.7. TECNOLOGIA GPRS

2.7.1. INTRODUCCION

GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM utilizando una transmisión de datos por medio de paquetes. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz. La tecnología GPRS, o generación 2.5, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de Tercera Generación o UMTS. Su principal base radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarifando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviados y recibidos) y no por el tiempo de conexión como hemos podido observar en un punto anterior.

Obtiene mayor velocidad y mejor eficiencia de la red. Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado a GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps, con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red. La tecnología GPRS permite proporcionar servicios de transmisión de datos de una forma más eficiente a como se venía haciendo hasta el momento.

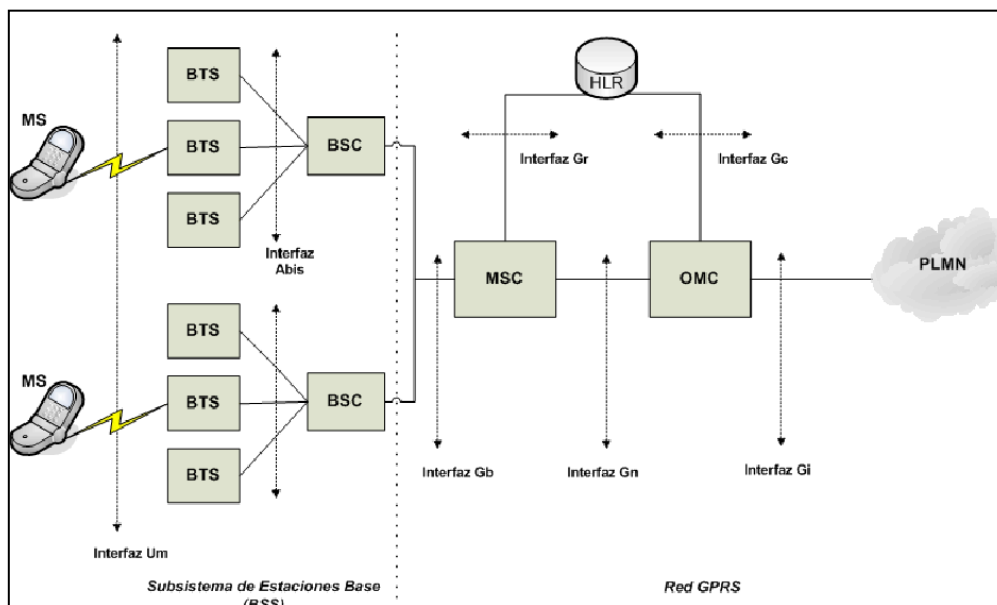
GPRS es una evolución no traumática de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo, GPRS tiene, desde sus inicios, la misma cobertura que la actual red GSM.

GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM.

La Figura 2.13 ilustra la arquitectura del sistema GPRS. Comparado con el sistema GSM, GPRS introduce 2 nuevos elementos, (que se encuentran sombreados en dicha figura) para crear un modo de transferencia de paquetes end to end. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

Se proveen dos servicios:

- Punto a Punto (PTP).
- Punto a Multipunto (PTM).



13 FIGURA 2.13. ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

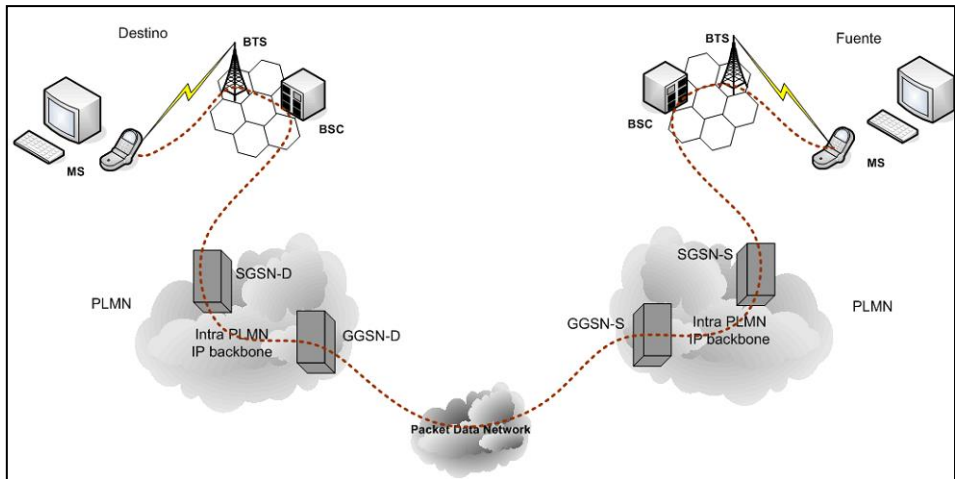
Independientemente del ruteo de paquetes y la transferencia dentro de la red móvil pública terrestre, dentro es soportado un nuevo nodo de red lógico llamado el Nodo de Soporte GPRS. El nodo de soporte de salida GPRS actúa como una interfaz lógica hacia las redes de paquetes de datos externas. El nodo de soporte de servicio GPRS es responsable por la entrega de paquetes a las MS's dentro de su área de servicio.

Dentro de la red GPRS, las unidades de protocolo de datos son encapsuladas en el GSN origen y des encapsuladas en el GSN destino. Entre los GSNs el Protocolo de Internet es utilizado como el Backbone para transferir PDUs. Todos los datos GPRS relativos al usuario necesarios para que el SGSN desempeñe sus funciones de ruteo y transferencia de datos son almacenados dentro del HLR.

La Figura 2.14 muestra un ejemplo simple de ruteo en una transmisión. El SGSN de la estación móvil fuente (SGSN-S), encapsula los paquetes transmitidos por la MS y los envía al correspondiente GGSN.

Basándose en la exanimación de la dirección destino, los paquetes son entonces ruteados al GGSN-D a través de la red de paquetes de datos. El GGSN-D

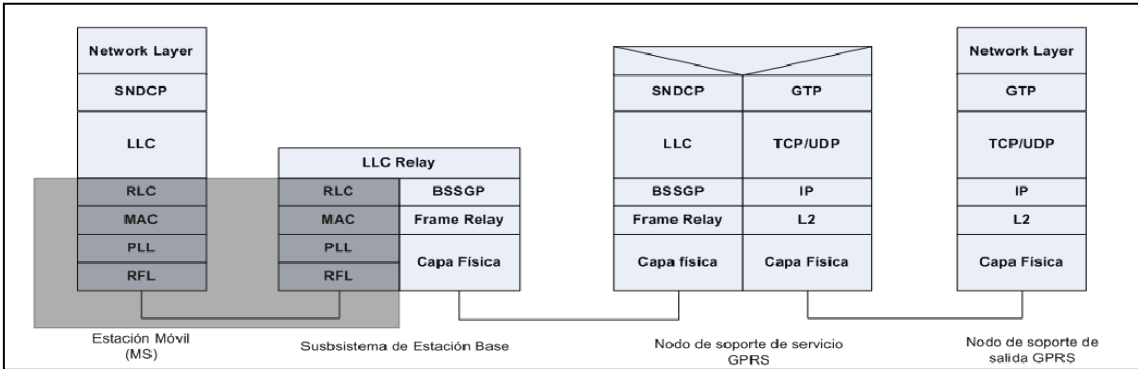
chequea el contexto del ruteo asociado con la dirección y destino, determina el SGSN sirviendo al destino (SGSN-D) y la información relevante al tune. Cada paquete es entonces encapsulado y reenviado al SGSN-D, que lo entrega finalmente a la MS destino.(Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)



14 FIGURA 2.14. EJEMPLO DE RUTEO EN UNA RED GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

2.7.2. ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO

La Figura 2.15 muestra el plano de transmisión propuesto hasta la capa de red de acuerdo al modelo de referencia OSI. Por encima de la capa de red se pueden utilizar diversos protocolos o estándares pero dicha selección se encuentra fuera del alcance de la especificación GPRS. Bajo el protocolo TCP/UDP y el IP son utilizados los protocolos de la capa de red del Backbone de la red GPRS. Los protocolos basados en Ethernet, ISDN y ATM pueden ser utilizados bajo IP dependiendo de la arquitectura de red del operador.



15 FIGURA 2.15. PLANO DE TRANSMISIÓN GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

Entre el SGSN y la MS, el protocolo SNDC mapea las características del protocolo a nivel de red dentro del LLC (Logical Link Control) y provee funcionalidades tales como: el multiplex de los mensajes de la capa de red dentro de una conexión virtual lógica, la encriptación, la segmentación y la compresión. Las radiocomunicaciones entre una MS y la red GPRS se encuentran indicadas por el área sombreada en la Figura 2.43, y cubren las funciones de las capas físicas y de enlace de datos.(Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

2.8. SIM 900

2.8.1. INTRODUCCION

GSM / GPRS RS232 Módem fabricado por SIMCOM; SIM900 QUAD-BAND de GSM / GPRS, funciona en las frecuencias de 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz. Es de tamaño compacto y fácil de usar como plug módem GSM. El módem está diseñado con RS232 Nivel circuitería de convertidor, que le permite conectarse directamente puerto serie del PC . La velocidad de transmisión puede ser configurable a partir 9600-115200 a través de comandos AT. Inicialmente módem está en modo automático de baudios.

Este RS232 GSM / GPRS Módem guarda la TCP / IP interna para que pueda conectar con Internet a través de GPRS. Es adecuado para SMS así como la aplicación de transferencia de datos en la interfaz M2M.

El módem se necesita sólo 3 hilos (Tx, Rx, GND), excepto la fuente de alimentación para la interfaz con microcontrolador / PC Host. El construido en el regulador de voltaje de caída baja lineal permite la conexión de ancho gama de la fuente de alimentación no regulada (4.2V -13V). Sí, 5 V está entra al modem, podrá para enviar y leer SMS, conectarse a Internet a través de GPRS a través de simples comandos AT.(RHYDOLABZ.COM, 2011)

2.8.2. CARACTERISTICAS

- Producto de alta calidad.
- Quad-Band GSM / GPRS 850/900/1800/1900 MHz.
- Construido en RS232 convertidor de nivel (MAX3232).
- Velocidad de transmisión configurable.
- Conector SMA con el GSM Tipo L Antena.

- Bandeja de la tarjeta SIM.
- Led de estado de red.
- Incorporación de protocolos TCP / IP Potente para la transferencia de datos de Internet a través de GPRS.
- Conector de interfaz de audio.
- La mayoría de estado y Control Pins están disponible en Conector.
- La temperatura normal de funcionamiento: -20 ° C a 55 ° C.
- Voltaje de entrada: 5V-12V DC.

2.8.3. ESPECIFICACIONES

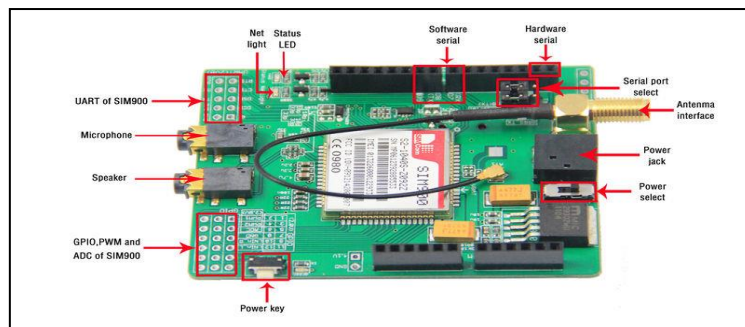
- Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz.
- GPRS multi-slot clase 10/8.
- GPRS estación móvil de clase B.
- Cumple con la norma GSM fase 2/2 +.
 - clase 4 (2 W @ 850/900 MHz).
 - Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz).
- Dimensiones: 24 * 24 * 3 mm.
- Peso: 3,4 g.
- Control a través de comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM mejorado Comandos AT).
- Bajo consumo de energía: 1.0mA (modo descanso).
- Temperatura de funcionamiento: -40 ° C a + 85 ° C.
- Especificaciones para fax.
 - Grupo 3, clase 1.
- Las especificaciones para datos
 - GPRS clase 10: máx. 85,6 kbps (descendente).
 - Soporte PBCCH.
 - Esquemas de codificación CS 1, 2, 3, 4.
 - CSD subida 14,4 kbps.
 - USSD.
 - El modo no transparente.
 - PPP-pila.
- Especificaciones para SMS vía GSM / GPRS.

- Punto a punto MO y MT.
- Difusión celular SMS.
- El modo de texto y PDU.
- Las características del software.
 - 0710 protocolo MUX.
 - TCP incrustado / protocolo UDP.
 - FTP / HTTP.
- Firmware especial.
 - MMS.
 - Java.
 - Embedded AT.
- Especificaciones para la voz.
 - Tricodec.
 - La mitad de la velocidad (HR).
 - Tasa completa (FR).
 - Enhanced Full Rate (EFR)
 - Operación manos libres.
 - (Supresión del eco).
 - AMR
 - Media velocidad (HR).
 - Tasa completa (FR).
- Interfaces.
 - Pines de interfaz de audio analógicas a 2 mm Pitch RMC.
 - Interfaz en serie RS232.
 - Conector de antena SMA.
 - Pines de alimentación de CC a 2 mm Pitch RMC.
- Compatibilidad.
 - Interfaz de comando AT celular.(RHYDOLABZ.COM, 2011)

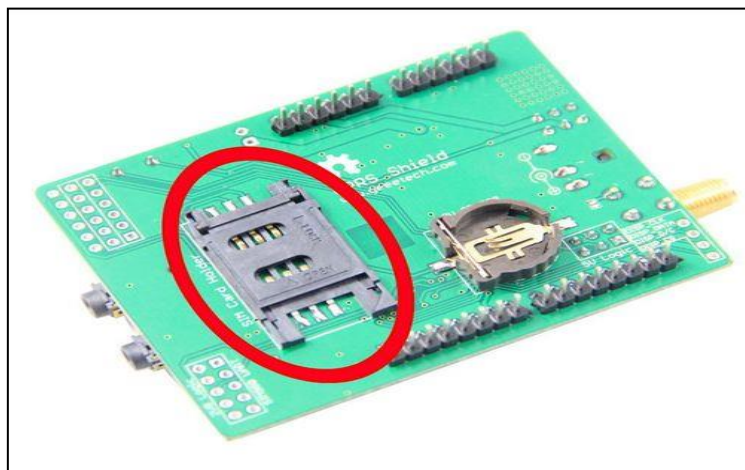
2.8.4. DIAGRAMA DE TARJETA

- Power selector.- seleccionar la fuente de alimentación para el escudo GPRS (alimentación externa o 5V)
- Power jack. - conectado a la fuente de alimentación de 4,8 a 5 V CC externa.

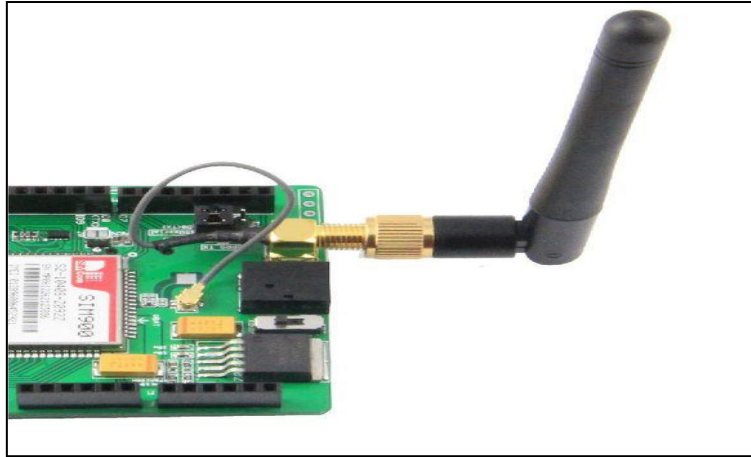
- Antenna interface- conectado a la antena externa.
- Serial port select - Puede seleccionar el software de puerto serie o puerto de serie del hardware para conectarse a GPRS Escudo.
- Hardware Serial- D0 / D1 de Arduino
- Software serial - D7 / D8 de Arduino
- Status LED- dirá si el poder de SIM900 está en
- Net light- dirá el estado SIM900 sobre la vinculación a la red
- UART del SIM900 - pines UART ruptura de SIM900
- Microphone- para responder a la llamada de teléfono
- Speaker - para responder a la llamada de teléfono
- GPIO, PWM y ADC de SIM900 - GPIO, pines PWM y ADC ruptura de SIM900
- Power key- el poder arriba y hacia abajo para SIM900.(GEEETECH.COM, 2014)



16 FIGURA 2.16. TARJETA SIM900 DIAGRAMA DE TARJETA. (GEEETECH.COM, 2014)



17 FIGURA 2.17. BANDEJA DE TARJETA SIM. (GEEETECH.COM, 2014)

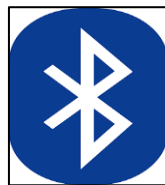


18 FIGURA 2.18. ANTENA DE LA SIM 900. (GEEETECH.COM, 2014)

2.9. BLUETOOTH

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.(RODRIGUEZ, 2017)



19. FIGURA 2.19. LOGO DE LA SEÑAL BLUETOOTH.(RODRIGUEZ, 2017)

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sector de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles, ordenadores personales, impresoras o cámaras digitales.

2.9.1 HISTORIA DE BLUETOOTH

El nombre de bluetooth tiene un origen de procedencia nórdica, concretamente del rey de Noruega y Dinamarca llamado Harald Blåtand, cuya traducción literal al inglés sería la de *Harold Bluetooth*. Este noble personaje fue conocido por ser un buenísimo comunicador, el cual hizo la gran gesta de unir las diferentes tribus noruegas, suecas y danesas. (RODRIGUEZ, 2017)

2.9.2. PRINCIPIOS DEL BLUETOOTH

La primera empresa que creó un equipo de trabajo para investigar sobre sistemas de comunicación entre dispositivos, fue Ericsson, que allá por el año 1994 comenzó la investigación de una nueva interfaz de bajo consumo y coste, destinada al envío y recepción de datos entre teléfonos móviles y otros dispositivos.

No fue hasta el año 1999, cuando se creó el SIG de Bluetooth (*Special Interest Group*), el cual consistía en la unión de diferentes empresas, entre las cuales se encontraban en un primer momento Ericsson, Intel, Nokia, Toshiba e IBM. A estas empresas fundadoras del grupo, tan solo unos meses después se les unieron otras empresas de la tecnología tan importantes como Microsoft, 3COM, Motorola y Lucent. (RODRIGUEZ, 2017)

2.9.3. VERSIONES DE BLUETOOTH

2.9.3.1. BLUETOOTH V1.0 Y V1.0B

Los primeros emisores receptores de bluetooth, fueron el v1.0 y v1.0B, los cuales ya están prácticamente obsoletos, y dieron muchísimos problemas a los fabricantes de teléfonos para la interacción entre dispositivos de diferentes compañías, asimismo, tenían el gran defecto que en cada transmisión de datos se enviaba nuestra dirección privada de dispositivo bluetooth, perdiendo así el anonimato que nos pudiese brindar este tipo de conexión inalámbrica. (RODRIGUEZ, 2017)

2.9.3.2. BLUETOOTH V1.1

- Usa el estándar **IEEE 802.15.1-20022**
- Corregidos errores de las versiones anteriores.
- Canales no encriptados añadidos y soportados.
- Añadido el indicador de la señal o también denominado (*RSSI*)

2.9.3.3. BLUETOOTH V1.2

- Compatibilidad con usb **1.1**.
- Mejora la velocidad de conexión y transferencia de datos.
- Añadida la función de detección de otros dispositivos bluetooth en el radio de actuación.
- Notables mejoras en la calidad del audio.
- **Host Controller Interface (HCI)**
- Nuevo protocolo estándar IEEE 802.15.1-2005.
- Añadido control de flujo y modos de retransmisión L2CAP.

2.9.3.4. BLUETOOTH V2.0 + EDR

La mejora implementada en esta nueva versión, hace referencia a la opción del propio fabricante del dispositivo de incorporar la EDR (*Enhanced Data Rate*), esto no viene a significar que todos los dispositivos **2.0** vengan con este sistema de transmisión de datos a mayor velocidad, ya que como he comentado es de carácter opcional. Su transferencia máxima de datos es de 3Mb/s. aunque su tasa real máxima sea la de 2.1Mb/s. esta versión mantiene la compatibilidad con la versión anterior de la interfaz bluetooth.

2.9.3.5. BLUETOOTH V2.1 + EDR

Las mejoras de esta nueva versión, son mejoras sustanciales siempre mirando hacia la seguridad de nuestros datos, así de esta manera se ha añadido **Secure Simple Pairing (SSP)**, lo que permite un mejor filtrado de nuestros datos y una seguridad superior a la de la versión anterior. A su vez, se ha mejorado notablemente el consumo de energía, gracias a la nueva tecnología *low power*.

2.9.3.6. BLUETOOTH V3.0 + HS

Este nuevo modelo de la interfaz, fue lanzado en abril de 2009, y su mayor logro es el aumento de la velocidad de transmisión de datos hasta los 24Mb/s., además de incluir una nueva característica la cual hace uso del wifi para el envío y recepción de grandes paquetes de datos, usando el estándar 802.11 de alta velocidad, esta nueva característica es denominada Alternativa MAC / PHY

2.9.3.7. BLUETOOTH V4.0

Esta versión es la más reciente de todas, y fue lanzada en el año 2010, combina la tecnología bluetooth clásica con la conexión inalámbrica vía wifi, para dotar a los dispositivos en los que vienen instalados de una velocidad de emisión y transferencia de datos de nada más y nada menos que de 32Mb/s.. Esta nueva interfaz de bluetooth viene incluida en los más avanzados Smartphones y dispositivos tecnológicos de última generación.

2.9.3.8. BLUETOOTH V4.1

Los responsables del desarrollo de la especificación Bluetooth han presentado una nueva versión. La actualización 4.1 que incorpora novedades importantes de cara al usuario al facilitar la reconexión entre sus dispositivos una vez que estos salen y vuelven a entrar en el radio de acción, y que claramente orienta su uso al internet de las cosas.

Estas novedades facilitan la conexión y reconexión de dispositivos, como hemos dicho, sin la necesidad de que el usuario deba hacer nada, al menos una menor frecuencia de interacción. Además permitirá que un dispositivo funcione tanto como periférico y hub de datos a la par, se mejora el soporte para convivir con otros protocolos como LTE, intercambio de datos más eficientes, etc.

2.9.3.9. BLUETOOTH V4.2

De acuerdo con un comunicado de prensa oficial, la versión 4.2 de la especificación básica Bluetooth salió cerca del final de 2014. Director Ejecutivo del Bluetooth Special Interest Group (SIG) Mark Powell dice que la actualización 4.2 espera continuar haciendo Bluetooth Smart "de la mejor solución para

conectar toda la tecnología en su vida. "Bluetooth Core Especificación 4.2 esperanzas para dar a los desarrolladores y fabricantes más oportunidades de usar Bluetooth y construir una mejor experiencia de usuario para sus consumidores.(RODRIGUEZ, 2017)

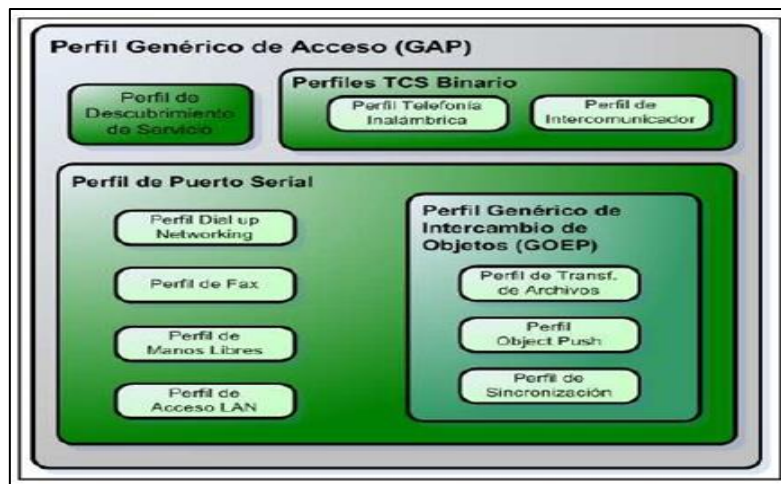
2.9.4. PERFILES DE BLUETOOTH

El estándar Bluetooth fue creado para ser usado por un gran número de fabricantes e implementado en áreas ilimitadas. Para asegurar que todos los dispositivos que usen Bluetooth sean compatibles entre sí son necesarios esquemas estándar de comunicación en las principales áreas. Para evitar diferentes interpretaciones del estándar Bluetooth acerca de cómo un tipo específico de aplicación debería ser implementado, el Bluetooth Special Interest Group (SIG), ha definido modelos de usuario y perfiles de protocolo. Un perfil define una selección de mensajes y procedimientos de las especificaciones Bluetooth y ofrece una descripción clara de la interfaz de aire para servicios específicos.

Un perfil puede ser descrito como una “rodaja” completa de la pila de protocolo. Existen cuatro perfiles generales definidos, en los cuales están basados directamente algunos de los modelos de usuario más importantes y sus perfiles. Estos cuatro modelos son: Perfil Genérico de Acceso (GAP), Perfil de Puerto Serial, Perfil de Aplicación de Descubrimiento de Servicio (SDAP) y Perfil Genérico de Intercambio de Objetos (GOEP).

A continuación se hace una breve descripción de estos y algunos otros perfiles Bluetooth. La Figura 2.48 muestra el esquema de los perfiles Bluetooth.

En ella se puede observar la jerarquía de los perfiles, como por ejemplo que todos los perfiles están contenidos en el Perfil Genérico de Acceso (GAP).(RODRIGUEZ, 2017)



20.FIGURA 2.20. PERFILES DE BLUETOOTH(RODRIGUEZ, 2017)

Perfil Genérico de Acceso (GAP) este perfil define los procedimientos generales para descubrir y establecer una conexión entre dispositivos Bluetooth. El GAP maneja el descubrimiento y establecimiento entre unidades que no están conectadas y asegura que cualquier par de unidades Bluetooth, cualquiera que sea su fabricante o aplicación, puedan intercambiar información a través de Bluetooth para descubrir qué tipo de aplicaciones soportan las unidades.

Perfil de Puerto Serial define los requerimientos para dispositivos Bluetooth, necesarios para establecer una conexión de cable serial emulada usando RFCOMM entre dos dispositivos similares. Este perfil solamente requiere soporte para paquetes de un slot, esto significa que pueden ser usadas tasas de datos de hasta 128 Kb/sl. RFCOMM es usado para transportar los datos de usuario, señales de control de modem y comandos de configuración. El perfil de puerto serial es dependiente del GAP.

Perfil de Aplicación de Descubrimiento de Servicio (SDAP) define los protocolos y procedimientos para una aplicación en un dispositivo Bluetooth donde se desea descubrir y recuperar información relacionada con servicios localizados en otros dispositivos. El SDAP es dependiente del GAP.

Perfil Genérico de Intercambio de Objetos (GOEP) define protocolos y procedimientos usados por aplicaciones para ofrecer características de intercambio de objetos. Los usos pueden ser, por ejemplo: sincronización, transferencia de archivos o modelo ObjectPush.

Los dispositivos más comunes que usan este modelo son: agendas electrónicas, PDAs, teléfonos celulares y teléfonos móviles. El GOEP es dependiente del perfil de puerto serial.

Perfil de Telefonía Inalámbrica este perfil define como un teléfono móvil puede ser usado para acceder a un servicio de telefonía de red fija a través de una estación base. Es usado para telefonía inalámbrica de hogares u oficinas pequeñas. El perfil incluye llamadas a través de una estación base, haciendo llamadas de intercomunicación directa entre dos terminales y accediendo adicionalmente a redes externas. Es usado por dispositivos que implementan el llamado “teléfono 3 en 1”.

Perfil de Intercomunicador define los usos de teléfonos móviles, los cuales establecen enlaces de conversación directa entre dos dispositivos. El enlace directo es establecido usando señalización de telefonía sobreBluetooth. Los teléfonos móviles que usan enlaces directos funcionan como walkie-talkies.

Perfil de Manos Libres este perfil define los requerimientos, para dispositivos Bluetooth, necesarios para soportar el uso de manos libres. Eneste caso el dispositivo puede ser usado como unidad de audio inalámbrico de entrada/salida. El perfil soporta comunicación segura y no segura.

Perfil Dial-up Networking define los protocolos y procedimientos que deben ser usados por dispositivos que implementen el uso del modelo llamado Puente Internet. Este perfil es aplicado cuando un teléfono celular o modem es usado como un modem inalámbrico.

Perfil de Fax este perfil define los protocolos y procedimientos que deben ser usados por dispositivos que implementen el uso de fax. En el perfil un teléfono celular puede ser usado como un fax inalámbrico.

Perfil de Acceso LAN este perfil define el acceso a una red de área local, LAN, usando el protocolo punto-a-punto, PPP, sobre RFCOMM. PPP esampliamente usado para lograr acceder a redes soportando varios protocolos de red. El perfil soporta acceso LAN para un dispositivo Bluetooth sencillo, acceso LAN para varios dispositivos Bluetooth y PC-a-PC (usando interconexión PPP con emulación de cable serial).

Perfil Object Push define protocolos y procedimientos usados en el modelo objectpush. Este perfil usa el GOEP. En el modelo objectpush hay

procedimientos para introducir en el inbox, sacar e intercambiar objetos con otro dispositivo Bluetooth.

Perfil de Transferencia de Archivos este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo de transferencia de archivos. El perfil usa el GOEP. En el modelo de transferencia de archivos hay procedimientos para chequear un grupo de objetos de otro dispositivo Bluetooth, transferir objetos entre dos dispositivos y manipular objetos dentro dispositivo. Los objetos podrían ser archivos o fólderes de un grupo de objetos tal como un sistema de archivos.

Perfil de Sincronización este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo de sincronización. Éste usa el GOEP. El modelo soporta intercambios de información, por ejemplo para sincronizar calendarios de diferentes dispositivos.(RODRIGUEZ, 2017)

2.9.5. DISPOSITIVO BLUETOOTH HC06

El módulo a utilizar para la comunicación Bluetooth es el Modulo HC06 que a continuación se describirá.

En la Figura 2.21, 2.22 se muestra un módulo Bluetooth HC-06



21.FIGURA. 2.21. MÓDULO BLUETOOTH HC06(RODRIGUEZ, 2017)

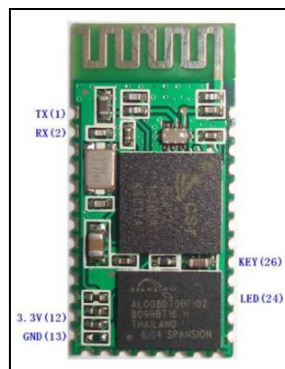
2.9.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO HC06

- Modulo Bluetooth Slave HC-06
- Protocolo bluetooth: Bluetooth especificación V2.0+EDR
- Frecuencia: 2.4Ghz ISM Band
- Rango de baudios ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
- Default: Slave, 9600 baud rate, N, 8,1. Pincode 1234

- Distancia bluetooth: 10 metros
- Tamaño compacto

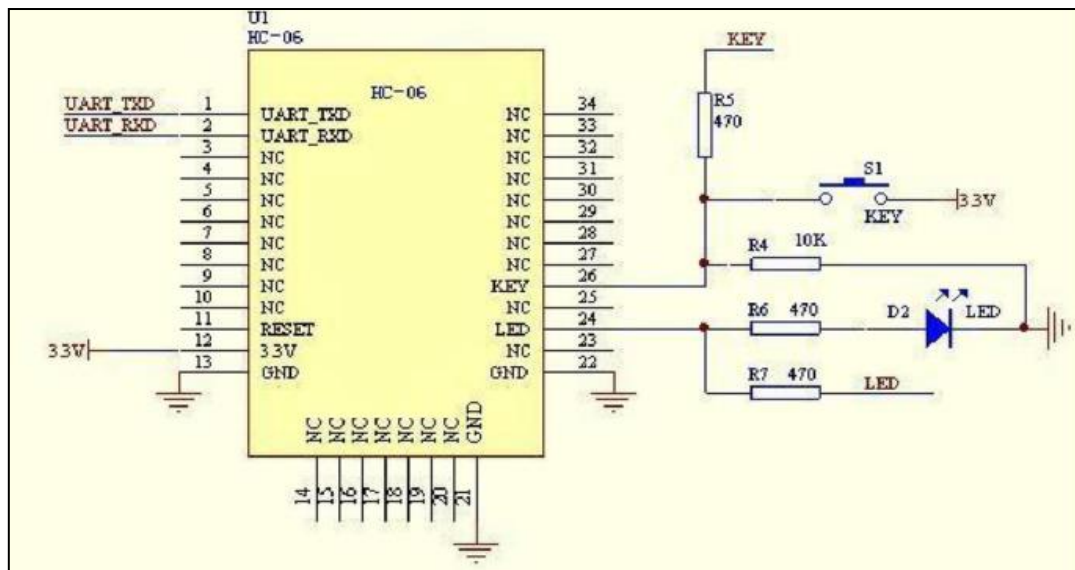
Una de las ventajas principales del **módulo HC-06**, además de su pequeño tamaño y sus buenas características de transmisión y recepción que le brindan un alcance muy amplio (por tratarse de un sistema local **Bluetooth**), es el **bajo consumo de corriente** que posee tanto en funcionamiento, como en modo de espera, es decir, alimentado con energía, pero sin conexión o enlace a otro dispositivo, por ejemplo, un móvil con SO **Android**.

Otra característica interesante de este módulo es que una vez que ha realizado un enlace con otro dispositivo es capaz de recordarlo en su memoria y no solicita validación alguna ("1234" por defecto), pero si se activa el pin 26 (**KEY**) hacia la tensión de alimentación, esta información se elimina y el **módulo HC-06** solicitará nuevamente la validación del enlace. Otro detalle particular es que su tensión de alimentación de 3,3Volts y su bajo consumo (8mA en transmisión/recepción activa) lo transforman en un dispositivo ideal para trabajar con microcontroladores de la misma tensión de alimentación, logrando de este modo equipos portátiles que pueden ser alimentados durante muchas horas por **baterías recargables o alcalinas AA**, demostrando características excepcionales en aplicaciones médicas, o para actividades recreativas donde la fuente energética debe ser liviana y portátil.(RODRIGUEZ, 2017)



22.FIGURA 2.22. MÓDULO BUETOOTH HC06(RODRIGUEZ, 2017)

2.9.5.2. CONECTANDO EL MODULO BLUETOOTH HC-06 CON MICROCONTROLADOR



23.FIGURA 2.23. CONEXIONES DEL MÓDULO BUETOOTH HC06(RODRIGUEZ, 2017)

El primer paso es reconocer que modulo tenemos, para esto debemos conectar la alimentación del módulo a 3.3V, después debemos buscar el dispositivo bluetooth ya sea con la PC o con un celular, el módulo HC-06 será encontrado con el nombre de “**linvor**”.

Ahora debemos configurar nuestro modulo, el HC-06 se puede configurar por medio de comandos **AT** y los valores que podemos modificar son el nombre del dispositivo, la contraseña (**PIN**) para realizar la conexión y el baudrate. Para que los comandos AT funcionen el modulo no debe estar apareado con el dispositivo maestro, debe ser configurado por medio de un microcontrolador o mediante un convertidor usb-serial y la terminal serie en una PC.(RODRIGUEZ, 2017)

Los comandos AT disponibles son los siguientes:

AT: Sirve como test de comunicación, responde con **OK**

AT+VERSION: Devuelve la versión del firmware del dispositivo, responde con **OKlinvorV1.5**

AT+NAME: Cambia el nombre del dispositivo, por ejemplo **AT+NAMEdispBT1** responde con **OKsetname** y ahora tendrá el nombre de **dispBT1**, el nombre es limitado a 20 caracteres.

AT+PINxxxx: Cambia el pin de seguridad de 4 digitos, podemos usar **AT+PIN0000** para setear el pin a 0000, responde con **OKsetPIN**, por default viene configurado 1234.

AT+BAUDx : Modifica el baudrate del dispositivo, x puede tomar los siguientes valores

1	1200
2	2400
3	4800
4	9600 (Default)
5	19200
6	38400
7	57600
8	115200
9	230400
A	460800
B	921600
C	1382400

Debes tomar en cuenta que el baudrate máximo que maneja una PC es de 115200, por lo que si estas configurando tu modulo por medio de esta y escoges un baudrate mayor a 115200 perderás la comunicación completamente con el dispositivo, si esto llega a suceder solo podrás reconfigurarlo por medio de un microcontrolador capaz de manejar tal velocidad mayor a 115200. Si la velocidad no es primordial en tu diseño maneja la velocidad de 9600 por default o en caso necesario la de 115200 como máximo. Para 9600 baudios usamos **AT+BAUD4** y responde **OK9600**

Una vez configurado el dispositivo lo podemos utilizar con un microcontrolador y realizar una comunicación serial de forma transparente.

Nota: Si se está trabajando solo con el chip, debe tomar en cuenta que el fabricante toma el pin TX(1) como la entrada de datos que serán enviados posteriormente por Bluetooth y RX(2) donde salen los datos recibidos por Bluetooth.(RODRIGUEZ, 2017)

2.10. DEFINICIÓN DE SERVOMOTOR

Un servomotor (o servo) es un tipo especial de motor con características especiales de control de posición. Al hablar de un servomotor se hace referencia a un sistema compuesto por componentes electromecánicos y electrónicos.(González, 2016)

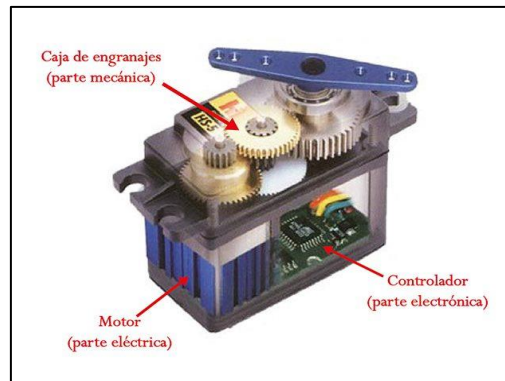


FIGURA 2.24. SERVOMOTOR(González, 2016)

El motor en el interior de un servomotor es un motor DC común y corriente. El eje del motor se acopla a una caja de engranajes similar a una transmisión. Esto se hace para potenciar el torque del motor y permitir mantener una posición fija cuando se requiera. De forma similar a un automóvil, a menor mayor velocidad, menor torque. El circuito electrónico es el encargado de manejar el movimiento y la posición del motor.(González, 2016)

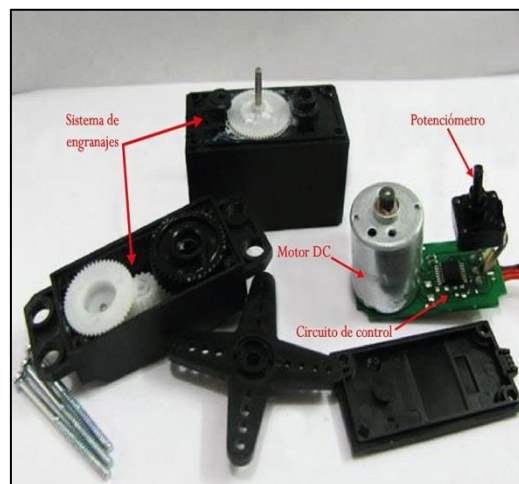


FIGURA 2.25. PARTES DE UN SERVOMOTOR(González, 2016)

La presencia del sistema de engranajes como el que se muestra en la figura hace que cuando movemos el eje motor se sienta una inercia muy superior a la de un motor común y corriente. Observando las imágenes que hemos

presentado nos podemos dar cuenta que un servo no es un motor como tal, sino un conjunto de partes (incluyendo un motor) que forman un sistema. (González, 2016)

2.10.1 TIPOS DE SERVOMOTORES

Existen servomotores para todo tipo de usos. En la industria, la robótica, en el interior de las impresoras, máquinas CNC, etc. (González, 2016)



FIGURA 2.26. SERVOMOTORES INDUSTRIALES(González, 2016)

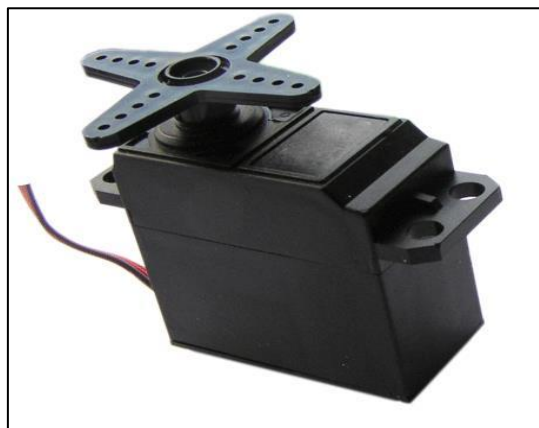


FIGURA 2.27. SERVOMOTORES PARA MODELISMO Y ROBOTICA(González, 2016)

Los servomotores de modelismo operan a voltajes bajos en corriente directa, típicamente entre 4 y 6 voltios. Los servomotores industriales operan tanto en DC como en AC (monofásico o trifásico). Para mí es un poco difícil escribir sobre este tipo de temas debido a que nunca he tenido la oportunidad de trabajar con un servo industrial. Lo que sé sobre ellos es por lo que he leído o lo habré visto en algún video o seminario. Los servos de modelismo, en cambio, se pueden

adquirir a muy bajo costo en Internet y son populares entre los usuarios de Arduino.

Se debe resaltar que, dentro de los diferentes tipos de servomotores, éstos se pueden clasificar según sus características de rotación.

- **Servomotores de rango de giro limitado:** son el tipo más común de servomotor. Permiten una rotación de 180 grados, por lo cual son incapaces de completar una vuelta completa.
- **Servomotores de rotación continua:** se caracterizan por ser capaces de girar 360 grados, es decir, una rotación completa. Su funcionamiento es similar al de un motor convencional, pero con las características propias de un servo. Esto quiere decir que podemos controlar su posición y velocidad de giro en un momento dado.

Los servomotores de rango de giro limitado se pueden adecuar para que funcionen como servomotores de rotación continua. Sin embargo, si requerimos un servo de 360 grados es mejor comprar uno que haya sido diseñado para este tipo de uso.(González, 2016)

2.10.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SERVOMOTOR

Los servomotores poseen tres cables, a diferencia de los motores comunes que sólo tienen dos. Estos tres cables casi siempre tienen los mismos colores, por lo que son fácilmente reconocibles.(González, 2016)

Voltaje positivo	Tierra (ground)	Señal de control
		

FIGURA 2.28. COLORES COMUNES DE LOS CABLES DE UN SERVOMOTOR(González, 2016)

Los colores dependerán del fabricante, pero difícilmente nos equivocaremos a la hora de reconocer los terminales del un servo. La necesidad de una señal de control para el funcionamiento de este tipo de motores hace que sea imposible

utilizarlos sin un circuito de control adecuado. Esto se debe a que para que el circuito de control interno funcione, es necesaria una señal de control modulada. Para esto se utiliza modulación por ancho de pulsos, es decir, PWM.(González, 2016)

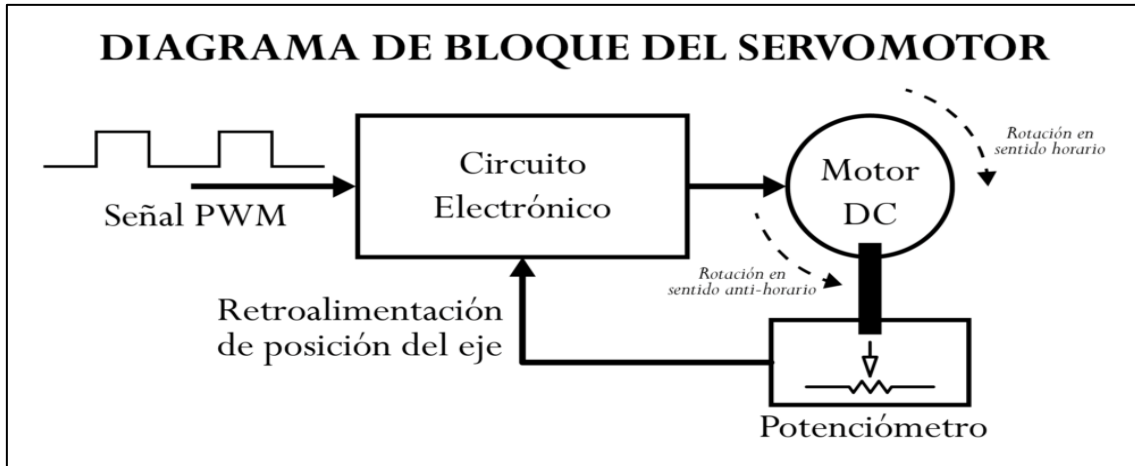


FIGURA 2.29. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SERVOMOTOR(González, 2016)

El diagrama de bloque del servomotor representa de forma visual el servomotor como un sistema. El circuito electrónico es el encargado de recibir la señal PWM y traducirla en movimiento del Motor DC. El eje del motor DC está acoplado a un potenciómetro, el cual permite formar un divisor de voltaje. El voltaje en la salida del divisor varía en función de la posición del eje del motor DC.

En Panama Hitek ya hemos escrito sobre el funcionamiento de un potenciómetro. En dicho post presentamos una serie de gráficos sobre la variación del voltaje en el divisor de un potenciómetro en función del movimiento de la perilla.(González, 2016)

De forma similar, cuando el eje del motor modifica la posición del potenciómetro, el voltaje en la terminal central varía. El potenciómetro permite que el circuito de control electrónico pueda retroalimentarse con la posición del motor en un momento dado. Esto, en Teoría de Control se conoce como un sistema de lazo cerrado.(González, 2016)

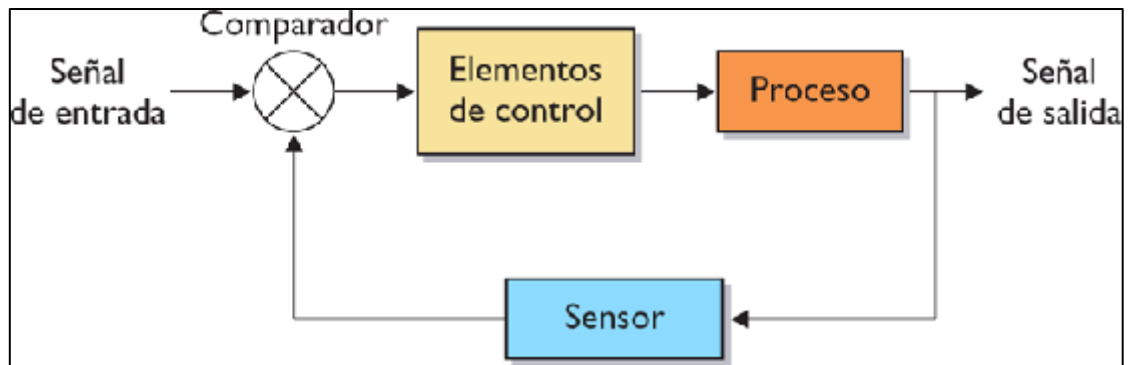


FIGURA 2.30. REPRESENTACIÓN EN DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE LAZO CERRADO(González, 2016)

Los servomotores de rotación continua desacoplan el potenciómetro del eje del motor. Esto impide que el circuito de control pueda leer la posición del eje, por lo cual provoca un movimiento continuo al no ser capaz de cumplir la condición para que el servo se detenga. Los servomotores de rotación continua normalmente pueden girar en un sentido o en otro y detenerse. Podemos modificar la velocidad de giro, pero no podremos lograr, por ejemplo, que el servo se mueva una determinada cantidad de grados y luego se detenga.(González, 2016)

Las señales de PWM requeridas para que el circuito de control electrónico son similares para la mayoría de los modelos de servo. Esta señal tiene la forma de una onda cuadrada. Dependiendo del ancho del pulso, el motor adoptará una posición fija.(González, 2016)

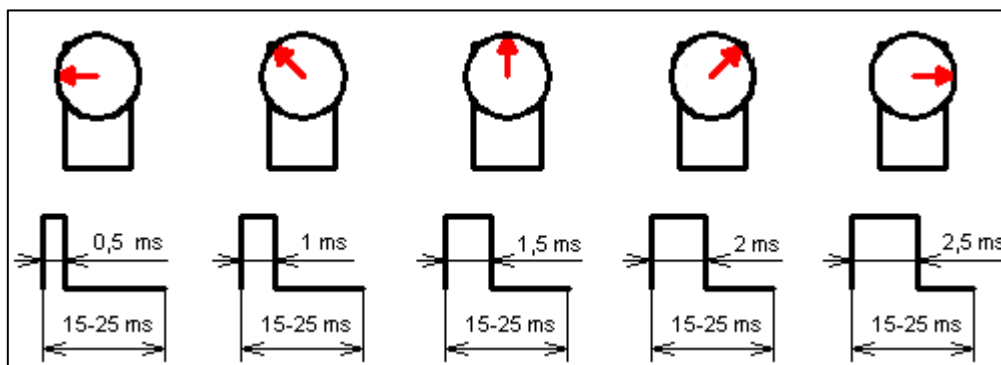


FIGURA 2.31. SEÑALES DE CONTROL DE UN SERVOMOTOR(González, 2016)

Las señales que vemos en la imagen son las que permiten que el eje del motor adquiera determinada posición. Estas señales deben repetirse en el tiempo para que el motor mantenga una posición fija.(González, 2016)

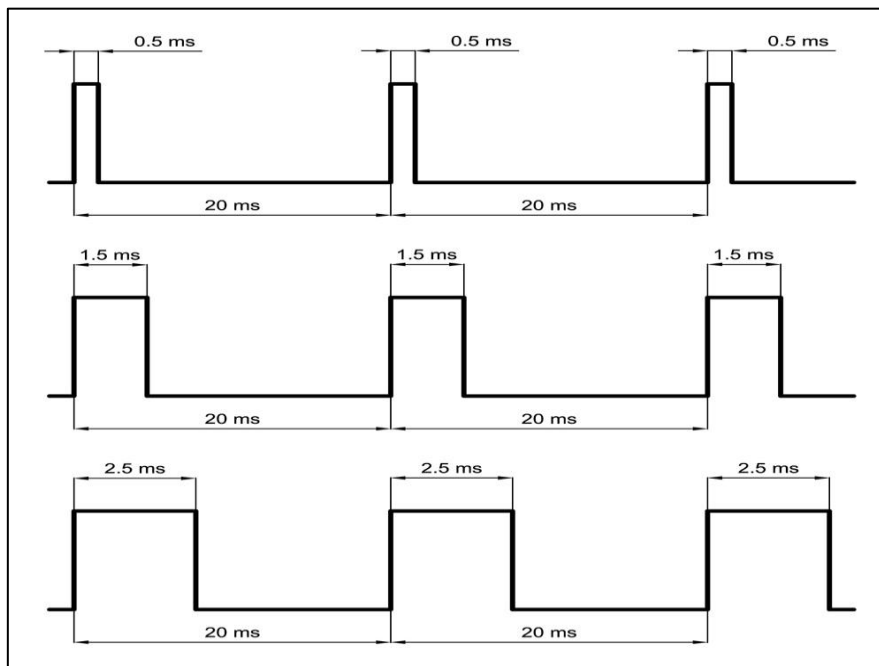


FIGURA 2.32. EJEMPLOS DE TRENES DE PULSOS PARA LAS POSICIONES 180°, 90° Y 0° EN EL EJE DE UN SERVOMOTOR(González, 2016)

La duración del ciclo de trabajo varía entre 15 y 25 milisegundos. Las ondas mostradas en la imagen anterior representan ejemplos de trenes de pulsos con los que se puede mover un servomotor, utilizando un ciclo de trabajo de 20 milisegundos.

Este tren de pulsos puede ser generado por un circuito oscilador (como un 555) o por un microcontrolador. Es decir, con Arduino podemos controlar fácilmente un servomotor. De hecho en Arduino existen las librerías para el control de servos de forma nativa. No es necesario descargarlas.(González, 2016)

2.10.3. CONSUMO DE ENERGÍA

La energía consumida por una carga eléctrica será igual a la potencia (producto del voltaje por la corriente que entra a la carga) multiplicada por el tiempo de uso del motor. Debido a que los servomotores son alimentados entre 4 y 6 voltios, es posible asumir que el voltaje de alimentación es casi constante para la mayoría de los modelos. Lo que no es igual para uno u otro modelo de servomotor es el

consumo de corriente. La corriente demandada por un servomotor depende de diferentes parámetros:

- Fabricante y modelo del servo
- La inercia acoplada al eje del motor. Esto incluye la inercia del sistema de engranajes y la de la carga que esté acoplada al motor.
- La velocidad de rotación aplicada al eje del servo

A mayor consumo de corriente, mayor demanda de potencia y por extensión, mayor consumo de energía. Esto es especialmente importante a la hora de controlar este tipo de motores con un microcontrolador. El consumo de corriente de un servo casi siempre es superior a la capacidad máxima del microcontrolador, por lo que se recomienda utilizar fuentes externas.

Los microcontroladores no han sido diseñados para entregar corriente a una carga sino para entregar señales de control. Estas señales de control se utilizan para activar o desactivar transistores (BJT o MOSFET), los cuales han sido especialmente diseñados para manejar grandes corrientes o voltajes. (González, 2016)

2.11. ENLACES DE MICROONDAS

Un enlace vía microondas está conformado por tres elementos fundamentales: El transmisor, el receptor y el canal aéreo.

El transmisor se encarga de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir. El canal aéreo significa el camino abierto entre el transmisor y el receptor, donde éste último se encarga de capturar la señal transmitida y convertirla de nuevo en señal digital.

Un factor que limita la propagación de la señal en los enlaces de microondas es la distancia existente entre el transmisor y el receptor. Además se requiere que esta trayectoria se encuentre libre de obstáculos. Otro factor que influye en el establecimiento de estos enlaces, es que el camino entre el transmisor y el receptor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía. Para compensar el efecto se utilizan torres para ajustar dichas alturas.

De acuerdo a lo que se observa en la figura 2.33, la distancia cubierta por enlaces de microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales

amplifican y re direccionan la señal. Si se presentase obstáculos, estos pueden ser salvados mediante reflectores pasivos.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

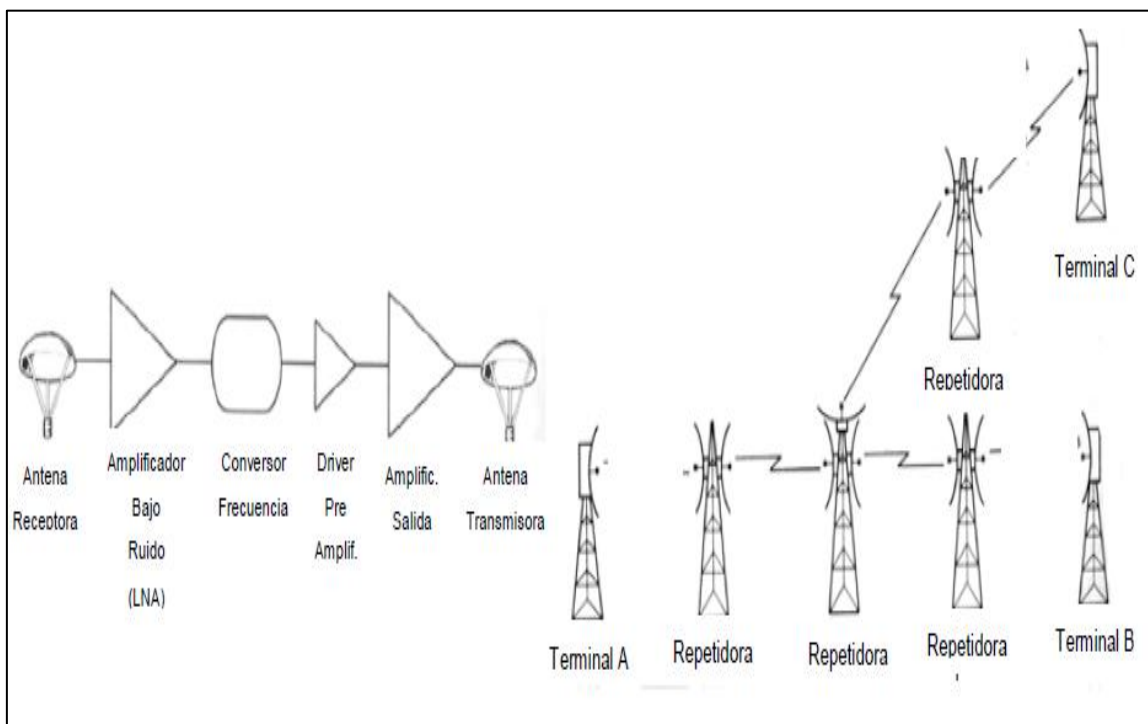


FIGURA 2.33. ESQUEMA DE RED DE MICROONDAS (NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

La señal de microondas transmitida es distorsionada y atenuada mientras viaja desde el transmisor hasta el receptor, debido a que la longitud de onda de las microondas es relativamente pequeña. Estas atenuaciones y distorsiones son causadas por una pérdida de poder dependiente a la distancia, reflexión y refracción originada por obstáculos y superficies reflectoras, así como, por pérdidas atmosféricas. Esto se presenta, porque la onda no sufre el fenómeno de difracción, que permite la restitución de las mismas, al incidir sobre otros obstáculos, sino que son reflejadas por ellos, impidiendo así su propagación.

Un enlace de microondas utiliza frecuencias en la banda SHF, debido a que en esta banda se puede disponer de un ancho de banda más grande. Dependiendo de las distancias existentes entre los puntos que requieren una comunicación, las transmisiones se pueden realizar en un solo enlace (salto) o en varios enlaces (saltos), mediante la utilización de estaciones repetidoras. La distancia entre saltos, sin obstáculos que impidan que las antenas que intervienen tengan línea de vista, se encuentra aproximadamente en 40 km.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

El tipo de enlace que se puede utilizar en estos enlaces terrestres por microondas, puede ser analógico o digital. Sin embargo, el más utilizado es el QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura). Así mismo, las potencias de los transmisores son bajas, lo que se compensa con antenas de alta ganancia. Por lo general, se utilizan antenas parabólicas de ganancias que alcanzan los 40 dB. En los radioenlaces de microondas, se presenta un desvanecimiento (fading) en la intensidad de la señal que se transmite, lo que se origina por:

Atenuación debido a la lluvia. Las señales de radio que se encuentran por encima de los 10 GHz, son absorbidas por las gotas de agua, generando pérdida de energía en estas señales.

Refracción. Las señales de alta frecuencia, siguen una trayectoria que presenta una ligera curvatura descendente (refracción), debido a que el índice de refracción de la tropósfera disminuye a medida que se aumenta la altura sobre la superficie terrestre.

Desgaste de los equipos. Debido al uso constante de los equipos, elementos y dispositivos que hacen parte del enlace de microondas, estos van perdiendo eficiencia, se van envejeciendo, bien por su tiempo prolongado en uso o por falta de mantenimiento oportuno y adecuado. (NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

2.11.1 FRECUENCIAS ASIGNADAS PARA OPERACIÓN.

Las microondas ocupan una porción del espectro de frecuencias entre 1 y 300 GHz, que corresponde a 10 cm y 10 mm, en longitudes de onda. En la práctica son ondas del orden del 1 GHz a 12 GHz.

La banda espectral de las microondas se divide en sub-bandas de la siguiente forma:

Sub-banda S, cuya frecuencia de trabajo es de 1.5 a 8 GHz, con una longitud de onda aproximada de 10 cm.

Sub-banda X, cuya frecuencia de trabajo es de 8 a 12.5 GHz, con una longitud de onda aproximada de 3 cm.

Sub-banda K, cuya frecuencia de trabajo es de 12.5 a 40 GHz, con una longitud de onda aproximada de 1.1 cm.

Sub-banda Q, cuya frecuencia de trabajo es de 40 a 50 GHz, con una longitud de onda aproximada de 0.8 cm.

Las ventajas obtenidas por el uso de estas frecuencias son:

Las antenas pequeñas son efectivas. Con estas frecuencias, las ondas de radio se comportan como ondas de luz, por ello la señal puede ser enfocada utilizando antenas parabólicas y antenas de embudo, además, pueden ser reflejadas con reflectores pasivos.

Su ancho de banda va de 2 a 24 GHz.

Es importante indicar que no se deben reasignar frecuencias que correspondan a enlace salineados, porque puede provocar problemas de intermodulación entre sus componentes.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

De igual manera, se deben utilizar antenas tanto transmisoras como receptoras, lo más directivas posibles, es decir, que sus radiaciones laterales y traseras sean mínimas, donde su relación delante detrás (RDD, F/B (Front/Back), relación existente entre la máxima potencia radiada en una dirección geométrica y la potencia radiada en la dirección opuesta a esta), sea de por lo menos 20 dB.

Tipos de Antenas. Para el caso de las microondas se utilizan antenas parabólicas, tal como la mostrada en la figura 8, donde se puede observar el domo de protección que lleva para el uso en intemperie, así como, la instalación de la misma dentro de ese domo.

En algunos sistemas, como en el caso de Wi-Fi (Wireless-Fidelity), se usan dipolos para corta distancia y antenas de loop o horn para mayores distancias. A continuación se hace una descripción de este tipo de antenas.



FIGURA 2.34. ANTENA DE MICROONDAS.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

2.11.1.1 DIPOLO.

Es una antena con alimentación central empleada para transmitir o recibir ondas de radiofrecuencia. El dipolo simple, consiste en dos elementos conductores rectilíneos colineales de igual longitud, alimentados en el centro y de radio mucho menor que el largo. Su longitud corresponde a la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de resonancia del dipolo y su cálculo se hace mediante: $(150/\text{frecuencia en MHz})$. Por el efecto de bordes, la longitud real es algo inferior equivalente al 95% de la longitud calculada.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

2.11.1.2 ANTENA ISOTRÓPICA.

Es de tipo omnidireccional. Su patrón de radiación se encuentra alrededor de todo este dispositivo, generando una esfera con centro en la antena. Lo que indica, que esta antena puede enviar o recibir señal con las mismas condiciones, sin importar la posición en la que se encuentre.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

2.11.1.3 ANTENA LOOP.

Como su nombre lo indica, forma un lazo en su configuración geométrica. Es empleada principalmente en recepción para determinar la dirección de la que procede la radiación. Es común encontrarla en televisores UHF. Posee pequeñas dimensiones, mayor radiación en el plano del lazo y gran ancho de banda.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

2.11.1.4 ANTENAS PARABÓLICAS.

Este tipo de antenas que se aprecian en la figura 9, resulta ser el más utilizado en los enlaces de microondas, tanto para enlaces terrestres punto a punto, como en los satelitales.

Antena Grid (Grilla) o de Reflector de Rejilla. Este tipo de antena es usada en frecuencias de microondas bajas, por debajo y cerca de 2.5 GHz. Su ventaja es poseer menos carga de viento (wind loading) sobre la torre. Desde el punto de vista eléctrico, tienen los mismos parámetros de la antena de plato sólido, de esta manera, puede ser usado el mismo terminal alimentador (conector) y no existe diferencia entre un reflector sólido y uno tipo rejilla.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

Antena estándar. Este tipo de antena es simplemente parabólica convencional. Son usualmente construidas de aluminio, por el bajo peso del material, manufacturadas por planchado de una hoja de aluminio alrededor de un spinning. Los reflectores no dependen de la frecuencia, pero a medida que aumenta ésta última, la superficie requiere de mayor perfección. Posee parámetros estándares de ganancia, relación F/B (Delante/Detrás), ancho de haz y RL (Return Loss). Si se requiere modificar alguno de estos parámetros, es Necesario realizar cambios a la antena.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

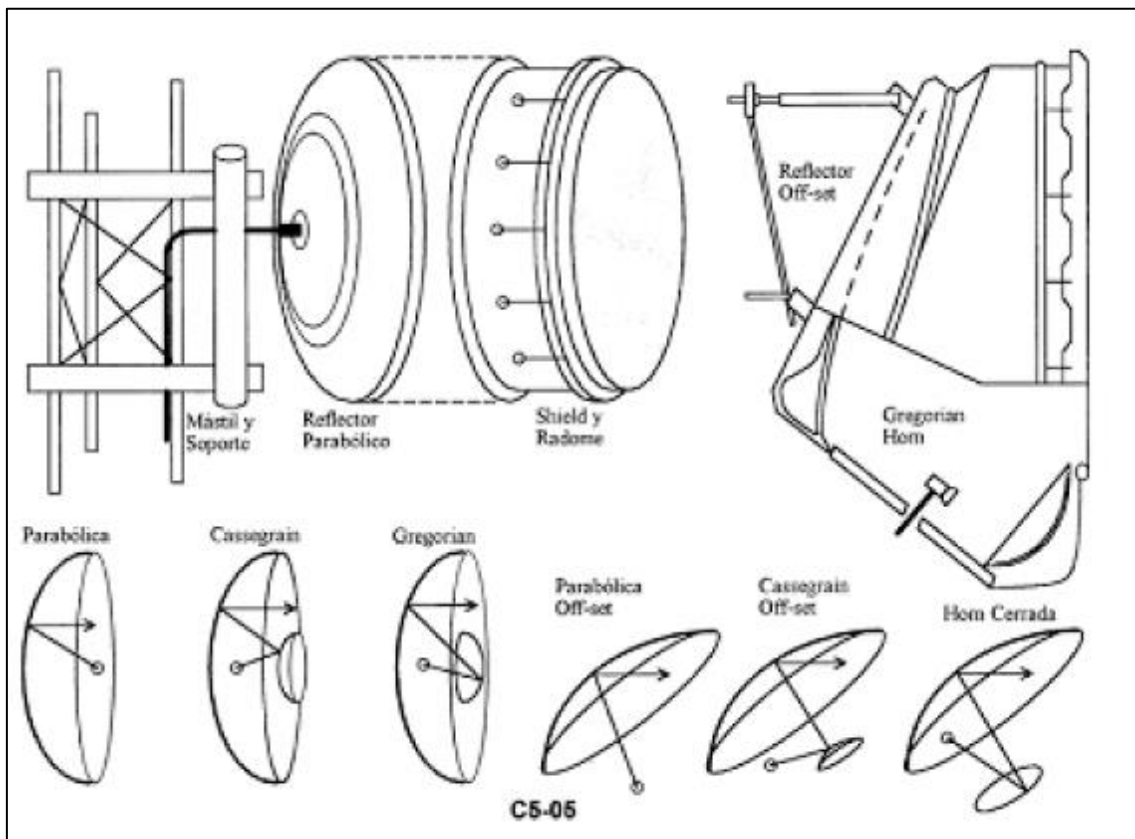


FIGURA 2.35. TIPOS DE ANTENAS

PARABÓLICAS.(www.gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/jruiz/jairo/cd/texto/usm/cd/documento5.pdf)

Antena de plano focal. Mejora la supresión de los lados laterales y la razón F/B(delante / detrás). Esta antena, extiende la superficie del paraboloide hasta el plano donde se ubica el foco para evitar los lóbulos laterales e intentar mejorar la relación F/B.

Antena de alto rendimiento. Es usada cuando se requiere una muy buena relación F/B, con muy buena supresión del lóbulo lateral. Estas antenas usan un montaje en material absorbente, alrededor del borde del plato, para eliminar la

radiación desde los lados laterales y posteriores de la antena. Para el caso de antenas de muy alto rendimiento, usadas cuando se requiere la reutilización de frecuencias, el terminal alimentador, es envuelto también con este material absorbente lo que genera reducción en la ganancia.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

Antena Cassegrain. Diseñada por Cassegrain en el Siglo XVII, se caracteriza por llevar un segundo reflector cerca de su foco. El mayor apunta al lugar de recepción y las ondas al chocar, se reflejan y van al foco donde está el reflector menor, al chocar las ondas, van al último foco donde estará colocado el detector.

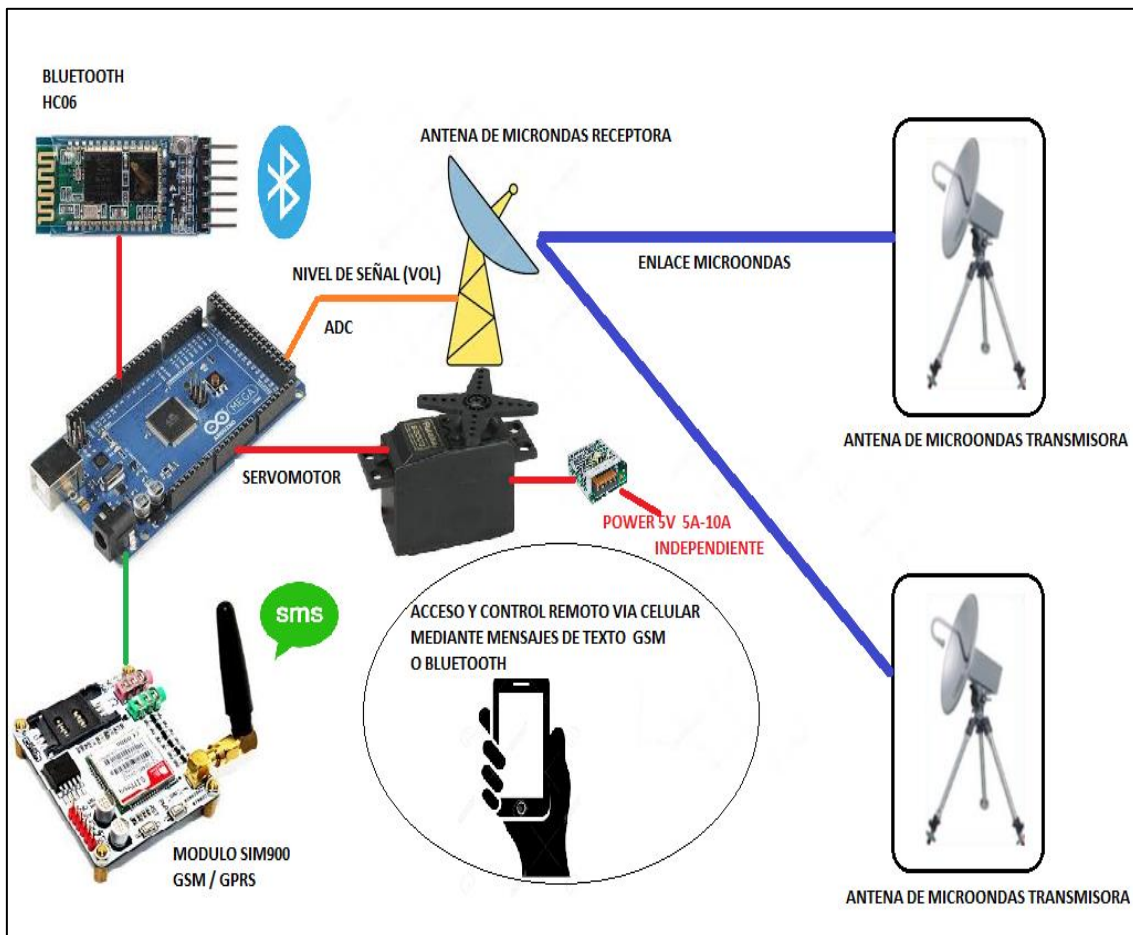
Antena Slipfit. Esta antena es montada en conjunto con el equipo de radio frecuencia, cuando éste último es montado al aire libre, con el fin de evitar atenuaciones debido a largos tramos de líneas de transmisión. Se utiliza cuando se manejan altas frecuencias, debido a que la atenuación crece con la frecuencia en las líneas de transmisión. La conexión utilizada en este montaje es propietaria, debido a ello es desarrollado por un diseño de empalme entre los fabricantes de radio y antenas.(NOHORA VÁSQUEZ, 2010)

CAPITULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEMETRIA CON TECNOLOGIA GSM Y BLUETOOTH PARA CONTROL DE POSICION EN ANTENAS DE MICROONDAS

3.1 DESCRIPCION GENERAL

En la Figura 3.1 se muestra el diagrama de bloques del sistema para el control de posición en antenas de recepción de microondas con tecnologías inalámbricas GSM y BLUETOOTH, mediante el envío y recepción de comandos de texto.



24.FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE TELEMETRIA PARA CONTROL DE POSICION DE ANTENAS DE MICROONDAS USANDO GSM Y BLUETOOTH(PROPIO)

Se diseñará e implementará un módulo de Telemetria y control de posición de antenas de microndas basado en el ARDUINO MEGA 2560 que recogerá la información de las variable de nivel de voltaje (potencia de la antena). Para el control de posición se utilizara un servomotor para rotar la antena, la rotación se podra hacer de manera remota mediante el envio de comando tipo texto usando SMS o BLUETOOTH y tambien por este medio se recibira el nivel de potencia de la antena, para esto la salida de señal de la antena receptora se conecta a un canal analogico del ARDUINOMEGA 2560.

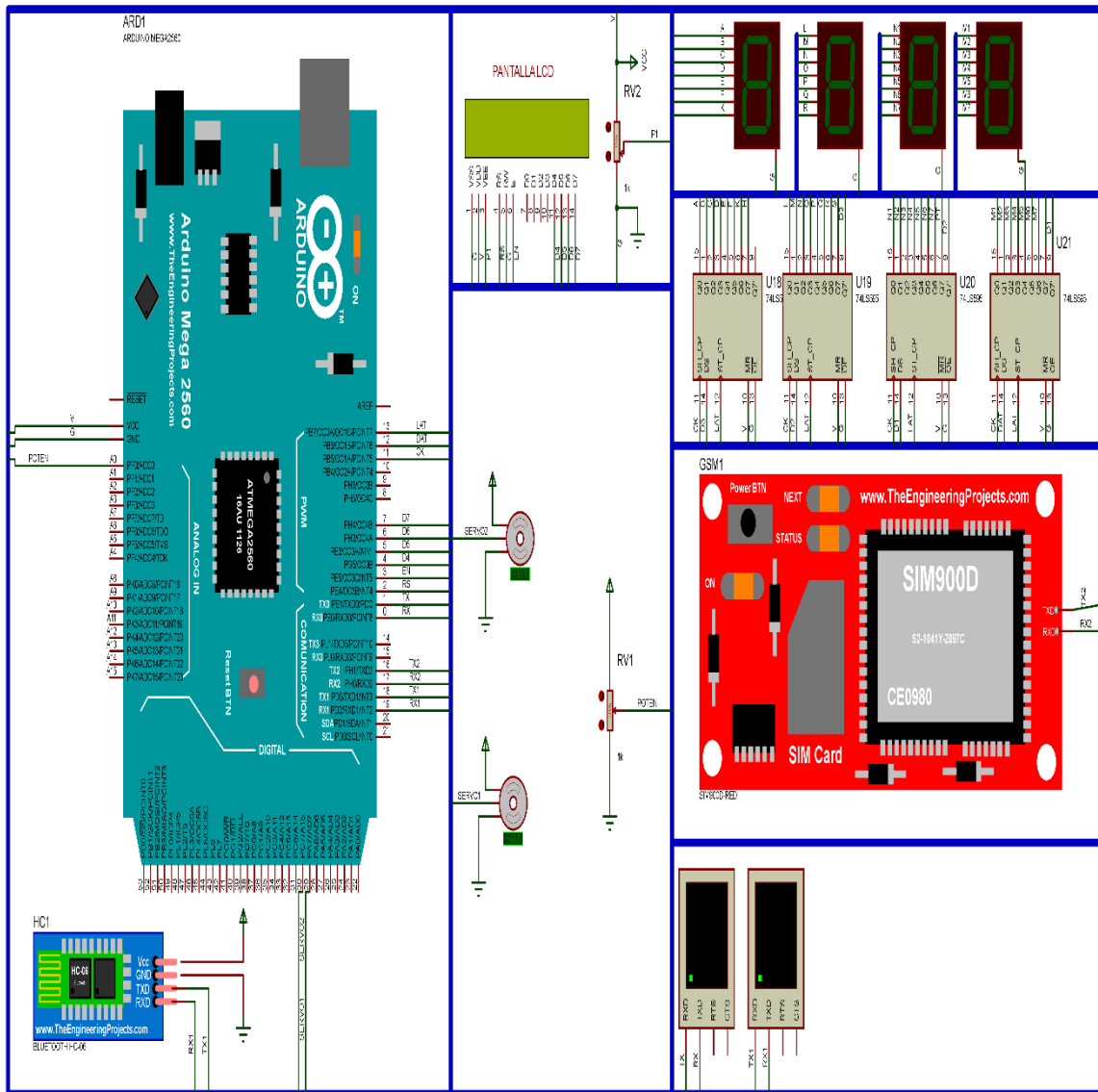
De acuerdo al nivel de potencia recibida se procede a el envio de comando para mover Antena. En conclusión se envia comandos de movimeinto o rotacion de la antena hasta que se considere que el nivel de potencia de la antena es el adecuado.

3.2. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA

En la Figura 3.2 se muestra los componentes principales de la tarjeta electrónica para el sistema de telemetria y control de posición de la antena de microondas usando tecnologias inalambricas como GSM y BLUETOOTH, mediante comando tipo mensajes de texto.

Los componentes del sistema son:

- ARDUINO MEGA 2560
- MODULO GSM/GPRS SIM900
- MODULO BLUETOOTH HC06
- SERVO MOTOR
- LECTURA DE NIVEL DE POTENCIA DE ANTENA.
- DISPLAY CUATRO DIGITOS
- LCD I2C
- FUENTE DE ALIMENTACION

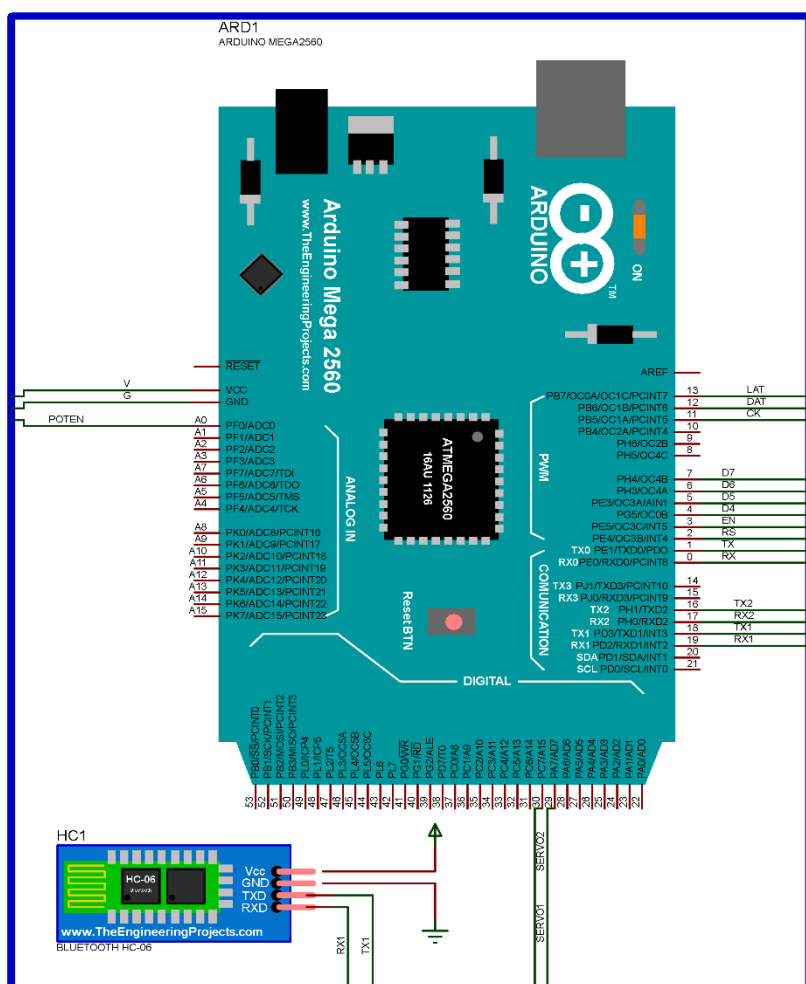


25.FIGURA 3.2 COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA PROPUESTO. (PROPIO)

3.2.1. ARDUINO MEGA.

En la Figura 3.3 se muestran las conexiones para la tarjeta ARDUINO MEGA, el cual se encarga de leer el voltaje que viene de la antena de microondas receptora, visualizar el valor en una pantalla de 4 dígitos o en un LCD de 16x2. Controla la posición de la antena mediante el control de un Servomotor. El dato del valor de la potencia de la antena se puede recibir en un celular mediante un mensaje de texto o mediante dato recibido por BLUETOOTH.

Para el control de posición se utiliza mensajes de texto con el comando respectivo q indica los grados a moverse. Estos comandos son enviados por el módulo SIM900 si se envía mensajes de texto SMS o el módulo HC06 si se envía los comando por BLUETOOTH.



26.FIGURA 3.3 CONEXIONES DEL ARDUINO MEGA. (PROPIO)

3.2.2. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 12VDC - 5VDC

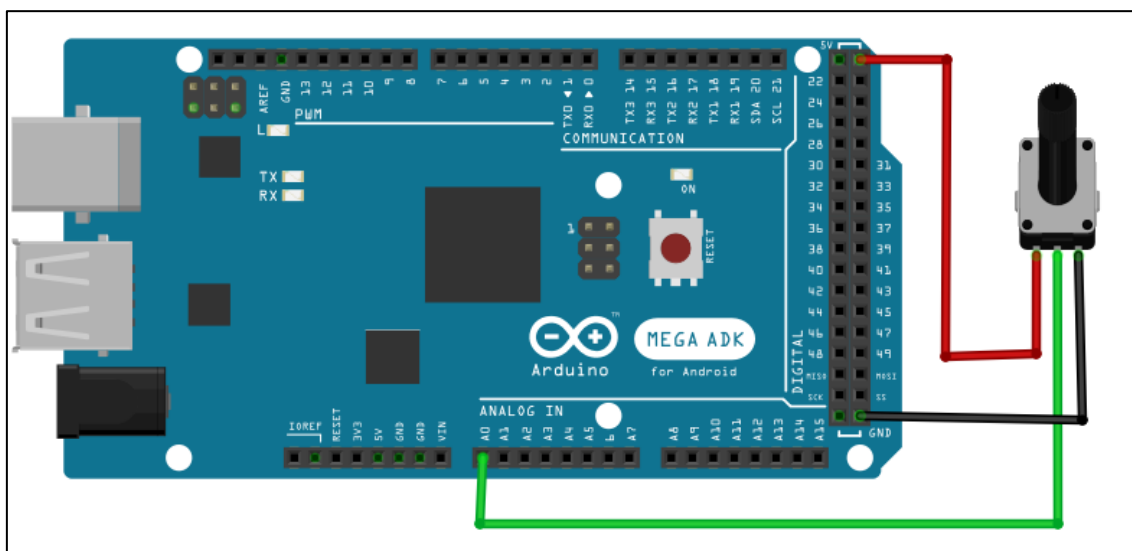
La fuente de alimentación está formada por regulador de voltaje al cual le ingresa 12voltios y a la salida se obtiene los 5 voltios para alimentar componentes de la tarjeta que necesitan 5 voltios. En la Figura 3.4 se visualiza la fuente de alimentación. La Tarjeta ARDUINO MEGA se alimenta directo con fuente de 12VDC 2A.



27.FIGURA 3.4 FUENTE DE ALIMENTACION. (PROPIO)

3.2.3.MEDICION DE NIVEL DE VOLTAJE DE ANTENA

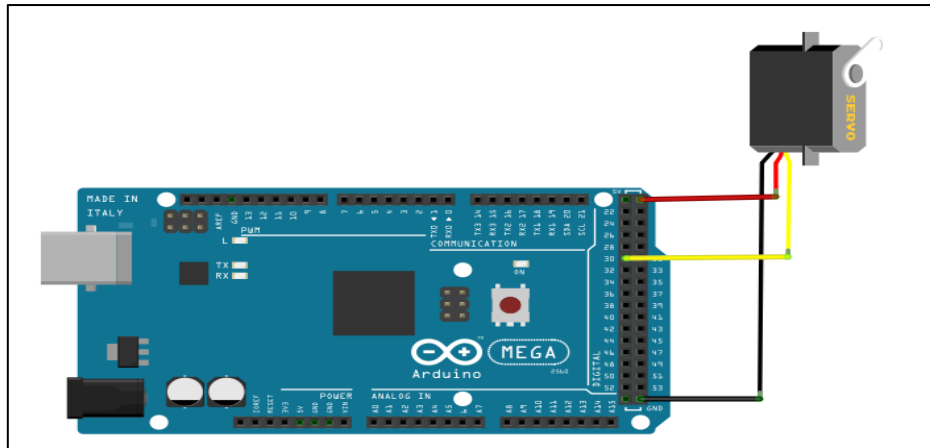
En la Figura 3.5.Se muestra la simulación de como están conectado la salida de voltaje de la antena con el ARDUINO MEGA. Para leer el voltaje se usara la entrada analógica A0.



28.FIGURA 3.5. CONEXIÓN PARA SIMULACION PARA LECTURA DE VOLTAJE DE LA ANTENA DE MICROONDAS. (PROPIO)

3.2.4. CONTROL DE SERVO MOTOR PARA ROTOR DE ANTENA

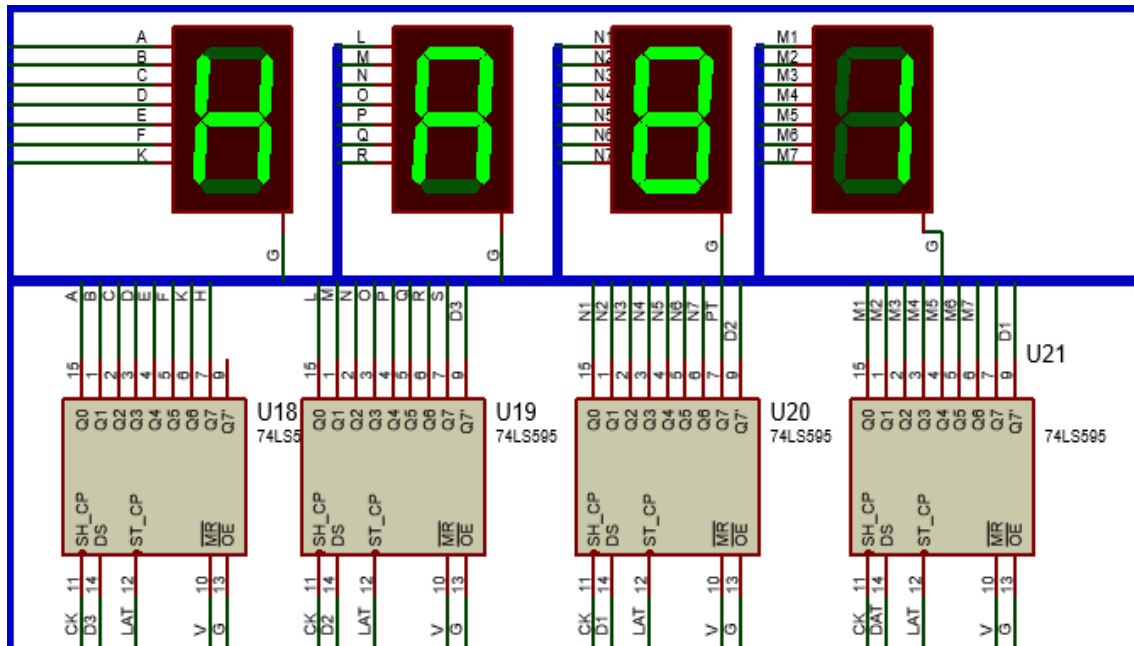
En la Figura 3.6 se muestra la conexión necesaria para el servomotor que se encarga de la rotación de la antenna. Opcionalmente se conectara otro servo en el puerto 29..



29.FIGURA 3.6. Conexión del Servomotor. (PROPIO)

3.2.5. CIRCUITO DE VISUALIZACION EN DISPLAY DE 4 DIGITOS

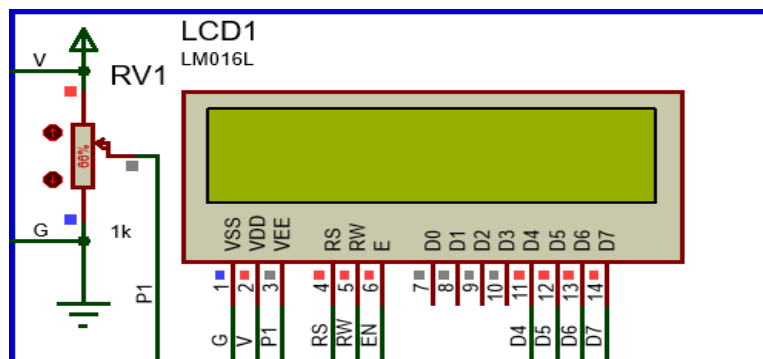
En la Figura 3.7 se muestra el circuito basado en el registro 74HC595 para la visualización de la potencia de la antenna de microondas.



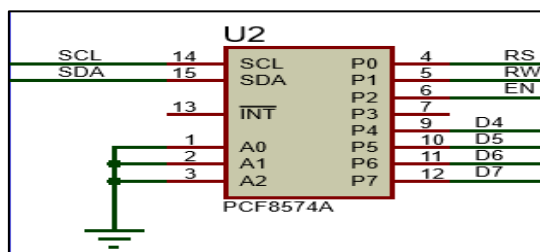
30. FIGURA 3.7 CIRCUITO DE VISUALIZACION DE DATOS EN DISPLAY DE 4 DIGITOS (PROPIO)

3.2.6. CONEXIÓN DEL LCD 16X2

En la Figura 3.8 se muestra las conexiones del LCD16X2, este es conectado con el C.I. PCF8574A (Figura 3.9) para poder tener comunicación I2C con ARDUINO.



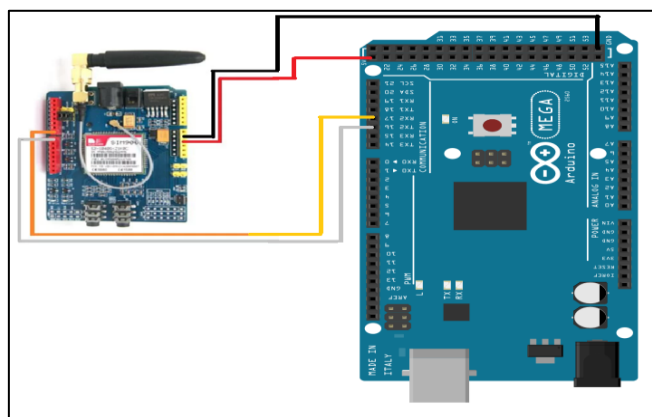
31. FIGURA 3.8. CONEXIÓN DEL LCD (PROPIO)



32. FIGURA 3.9. CONEXIÓN I2C PARA LCD 16X2. (PROPIO)

3.2.7. MODULO GSM/GPRS

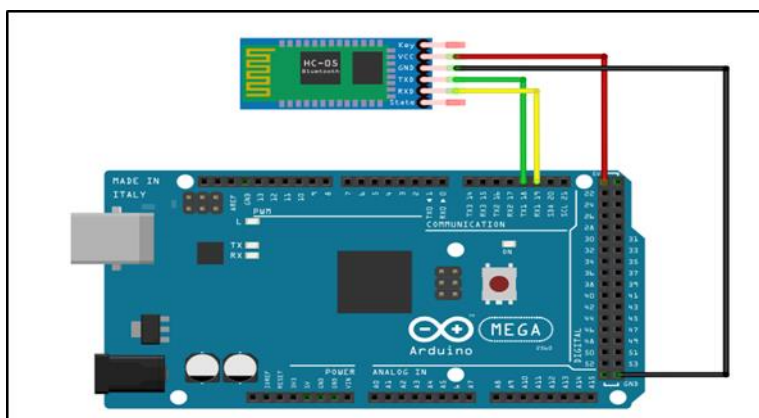
En la Figura 3.10 se muestra como están conectado el Modulo GSM/GPRS SIM900 con el ARDUINO MEGA. Este Modulo se encarga de recibir el comando de mensaje de texto para mover el Servomotor y enviar también mediante un mensaje de texto el valor de la potencia de la antena de microondas receptora. Los comandos se visualizan más adelante en una tabla.



33 FIGURA 3.10. CONEXIÓN DEL MODULO GSM/GPRS SIM900. (PROPIO)

3.2.8. MODULO BLUETOOTH

En la Figura 3.11 se muestra como están conectado el Modulo BLUETOOTH HC06 con el ARDUINO MEGA. Este Modulo se encarga de recibir el comando formato de texto para mover el servomotor y enviar también mediante un mensaje de texto el valor de la potencia de la antena de microondas receptora. Los comandos se visualizan más adelante en una tabla.



34.FIGURA 3.11. CONEXIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC06. (PROPIO)

3.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Para la comunicación entre la tarjeta electrónica ARDUINO MEGA 2560 y el modem SIM900 así como la comunicación por BLUETOOTH se estableció el mismo protocolo basado en comando ASCII que se describen en la Tabla3.1 .

TABLA 3.1 COMANDOS DE CONTROL DE MOVIMIENTO PARA ANTENA

ITEM	COMANDO	DESCRIPCION
1	R	ENVIA VALOR DE LA POTENCIA DE ANTENA EN VOLTIOS
2	D	HABILITA VISUALIZACION DE DATOS DE DISPLAY Y LCD
3	N	DESHABILITA VISUALIZACION DE DATOS DE DISPLAY Y LCD
4	Snnn	ENVIA GRADOS Q SE MOVERA EL SERVOMOTOR EJEMPLO: S050 (50 GRADOS) S145 (145 GRADOS)

3.4. CODIGO DEL PROGRAMA PARA ARDUINO UNO

A continuación se presentara partes del código del programa de la tarjeta ARDUINO MEGA 2560, el código completo se encuentra a su disposición en el CD de la presente tesis.

```
//*****LIBRERIAS HA UTILIZAR*****
#include <EEPROM.h>           //Incluir libreria para memoria EEPROM
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>
//*****
// Configuración de pines para el LCD
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7); // ( RS, EN, d4, d5, d6, d7)
// NOMBRE DEL SERVO: servoMotor
Servo servoMotor;
//*****
//*****
//DECLARACIONES PARA SENSOR DE POTENCIA DE ANTENA
const int analogInPin = A0;
int sensorValue = 0;
unsigned long int avgValue;
float b;
int angulo,centena,decena,unidad;
int ver=0;
int buf[10],temp;
float pHVol;
float pHValue;
//*****
```

35 FIGURA 3.12. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACION Y ASIGNACION DE VARIABLES (PROPIO)

```
//*****
//DECLARACION DE VARIABLES PARA USAR CON PUERTOS SERIALES USB,BLUETOOTH,GSM
char clavel;
String clave = "";
char letras[12];
int c;
int trama=0;
String p="";
char inicio_clave;
char num;
char incoming_char = 0; //Variable que guarda los caracteres que envia el Serial2
String numero2 = "";
//*****
//DECLARACIONES PARA DISPLAY DE 4 DIGITOS
//Pin connected to ST_CP of 74HC595
int latchPin = 13;
//Pin connected to SH_CP of 74HC595
int clockPin = 11;
//Pin connected to DS of 74HC595
int dataPin = 12;
int C,U,D,De,I,N,N1,N2,dig,temp3=0;
//*****
```

36 FIGURA 3.13. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACION Y ASIGNACION DE VARIABLES (PROPIO)

```

//*****RUTINAS DE CONFIGURACIONES INICIALES*****
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Velocidad del puerto serial/USB del arduino
  Serial1.begin(9600); // Velocidad para el puerto que utilizara el modulo bluetooth
  Serial2.begin(19200); // Velocidad para el puerto que utilizara el modulo SIM900
  servoMotor.attach(30); // Servomotor conectado al pin 30
  // Inicializar el LCD
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  MOV. ANTENA");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("  VER 1.1 2018") ;
  delay(1000);
  //*****
  // configura los pines de control del display de 4 digitos como salidas digitales
  pinMode(latchPin, OUTPUT);
  pinMode(clockPin, OUTPUT);
  pinMode(dataPin, OUTPUT);
  // Se guarda en memoria EEPROM los valores q corresponde a cada numero del display.(0-9)
  // Se guarada desde la posicion 100
  EEPROM.write(100, 63);
  EEPROM.write(101, 6);
  EEPROM.write(102, 91);
  EEPROM.write(103, 79);
  EEPROM.write(104, 102);
  EEPROM.write(105, 109);
  EEPROM.write(106, 125);
  EEPROM.write(107, 7);
}

```

37 FIGURA 3.14. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACIONES INICIALES. (PROPIO)

```

//*****RUTINA PRINCIPAL *****
void loop() {
  serial_usb();
  serial_blue();
  sms();
  if (ver==1){
    potencia();
    digitos();
    ver_lcd();
  }
  delay(1000);
}
//*****

```

38. FIGURA 3.15. PROGRAMA PRINCIPAL QUE SE EJECUTA CICLICAMENTE (PROPIO)

```

//*****LEER POTENCIA*****
void potencia(){
  for(int i=0;i<10;i++)
  {
    buf[i]=analogRead(analogInPin);
    delay(10);
  }
  for(int i=0;i<9;i++)
  {
    for(int j=i+1;j<10;j++)
    {
      if(buf[i]>buf[j])
      {
        temp=buf[i];
        buf[i]=buf[j];
        buf[j]=temp;
      }
    }
  }
  avgValue=0;
  for(int i=2;i<8;i++){
    avgValue+=buf[i];
  }
  pHVol=(float)avgValue*5.0/1024/6;
  pHValue = pHVol;
  delay(20);
}

```

39. FIGURA 3.16. CODIGO PARA LEER VOLTAJE DE ANTENA(PROPIO)

```

//*****LCD 16X2*****
// VISUALIZAR EN EL LCD DE 16X2 LOS VALORES DE LAS VARIABLES DEL ACUARIO
void ver_lcd(){

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("P:");
  lcd.setCursor(2, 0);    // Ponte en la line 1, posicion
  lcd.print(pHValue) ;
  delay(500);
}

```

40 FIGURA 3.17. VER VALOR DE VOLTAJE DE ANTENA EN EL LCD.(PROPIO)

```

void digitos(){
  I=abs(phValue);
  N1=115;
  N2=63;
  //OBTENER LOS DIGITOS UNIDAD , CENTENA Y DECENA
  C = I / 100;  // 'I=123 C=123/100=1
  D = C * 100;  //'D=100
  D = I - D;    //'D=123-100=23
  De = D;
  D = D / 10;   //'D=23 D=23/10=2
  U = D * 10;   //'U=2*10=20
  U = De - U;   //'U=23-20=3
  //PRIMERO ENVIA LA PRIMERA LETRA SEGUN VARIABLE
  shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, N1);
  C=C+100; // LOS VALORES DEL DISPLAY ESTAN GRABADOS APARTIR DE LA DIRECCION 100
  D=D+100;
  U=U+100;
  //SEGUNDO ENVIA LA SEGUNDA LETRA SEGUN VARIABLE
  shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, N2);
  //COMO VARIABLE A MEDIR NO SUPERA LOS DIGITOS SE ENVIA LA DECENA
  // Y LUEGO LA UNIDAD
  N=EEPROM.read(D);
  shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, N);
  N=EEPROM.read(U);
  shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, N);
  digitalWrite(latchPin, LOW);
  digitalWrite(latchPin, HIGH);
}

```

41. FIGURA 3.18. VER VOLTAJE DE ANTENA EN DISPLAY DE 4 DIGITOS. (PROPIO)

```

//*****ROUTINA DE RX/TX POR MENSAJES DE TEXTO*****
void sms(){
  if (Serial2.available() >=2)
  {
    sm=1;//deshabilita rutinas de programa principal
    c=0;
    incoming_char = Serial2.read(); //Get the character from the cellular Serial2 port.
    if(incoming_char == 'K'){
      Serial2.end();
      delay(1000);
      Serial2.begin(19200);
      sm=0;
    }
    if((trama == 0) && (incoming_char == 'C')){
      trama = 1;
      p="";
      clave="";
    }
    if((trama == 1) && (incoming_char == 'M')){
      trama = 2;
    }
    if((trama == 2) && (incoming_char == 'T')){
      trama = 3;
    }
  }
}

```

42. FIGURA 3.19. CODIGO PARA CONTROL Y SUPERVISION POR SMS USANDO EL MODEM SIM900. (PROPIO)

```

        numero2=p.substring(3);
    }
    // Serial.print("Numero telefonico: ");
    // Serial.println(p); // imprimo en el puerto serial el número telefónico.
    // Serial.println(numero2);
}
// El mensaje es capturado a partir del caracter salto de línea \n.
if ((trama==6)&&(incoming_char=='\n')){
    while(Serial2.available()>0){
        clavel = Serial2.read();
        clave += clavel;
        trama = 0;
        // Serial.println(clave);
        sm=0; // ejecuta todas la rutinas en programa principal
    }
    //Serial.println(clave); // Imprimo el mensaje enviado desde un remitente
    clave.toCharArray(letras, 12);
}
delay(10);
//sm=0;
}
/*****COMANDOS PARA ON/OFF EQUIPOS FORMATO 1234A 1234B 1234a....*****/
if ((letras[0]=='l')&&(c==0)){
    if ((letras[4]=='I')&&(c==0)){ //cambio de agua al 25% COMANDO: 1234I
        fase=3; //cambio de agua al 25%
    }
}

```

43. FIGURA 3.20. CODIGO PARA LEER PUERTO DE COMUNICACIÓN DEL MODEM SIM900. (PROPIO)

```

if ( letras[0] == 'R' )// ENVIA POR PUERTO SERAL USB EL VALOR DE LA POTENCIA DE ANTENA EN VOLTIOS COMANDO : R
{
    potencia();
    Serial2.print("AT+CMGS=");
    Serial2.print((char)34);
    Serial2.print(numero2);
    Serial2.println((char)34);
    delay(100);
    Serial2.print("VOLTAJE:");
    Serial2.println(phValue);
    delay(100);
    Serial2.println((char)26); //Comando de finalización ^Z
    delay(100);
    Serial2.println();
    delay(3000); // Esperamos un tiempo para que envíe el SMS
    inicializa();
}

```

44. FIGURA 3.21. CODIGO PARA LEER POTENCIA DE ANTENA COMANDO: R. (PROPIO)

```

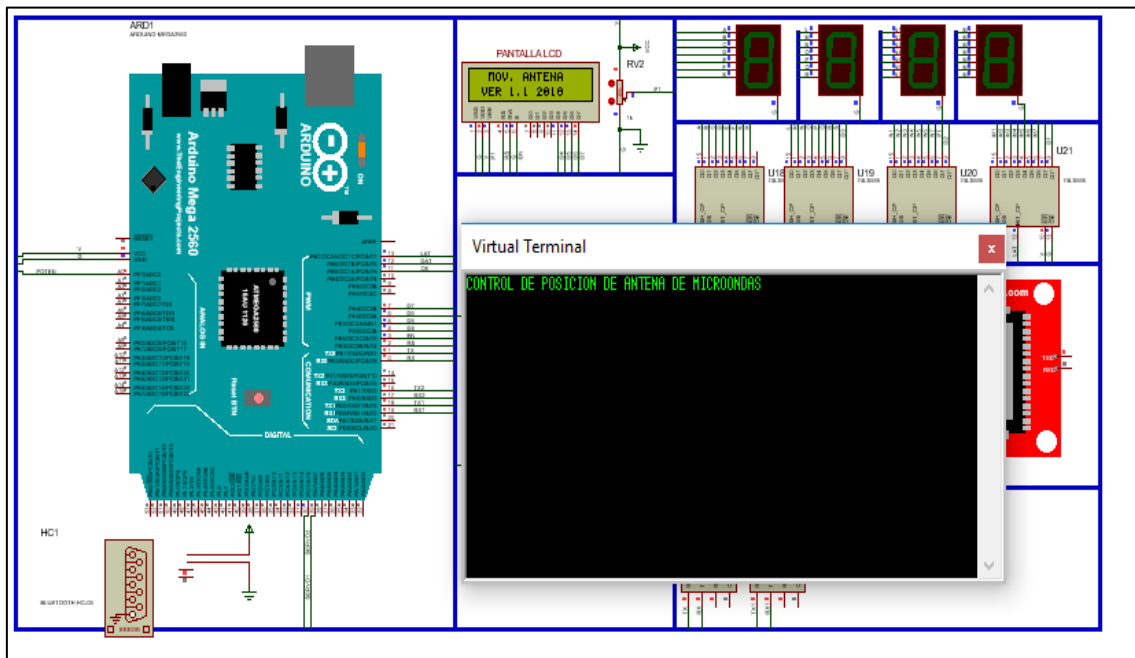
if ( letras[0] == 'S' )//ENVIA ANGULO DE MOVIMIENTO DE SERVOMOTOR COMANDO: SANGULO EJEMPLO S060 (ANGULO 60) O S180 (ANGULO 180)
{
    centena=letras[1]-48;
    centena=centena*100;
    decena=letras[2]-48;
    decena=decena*10;
    unidad=letras[3]-48;
    angulo=centena+decena+unidad;
    servoMotor.write(angulo);
    delay(1000);
    Serial1.print("ANGULO:");
    Serial1.println(angulo);
    inicializa();
}

```

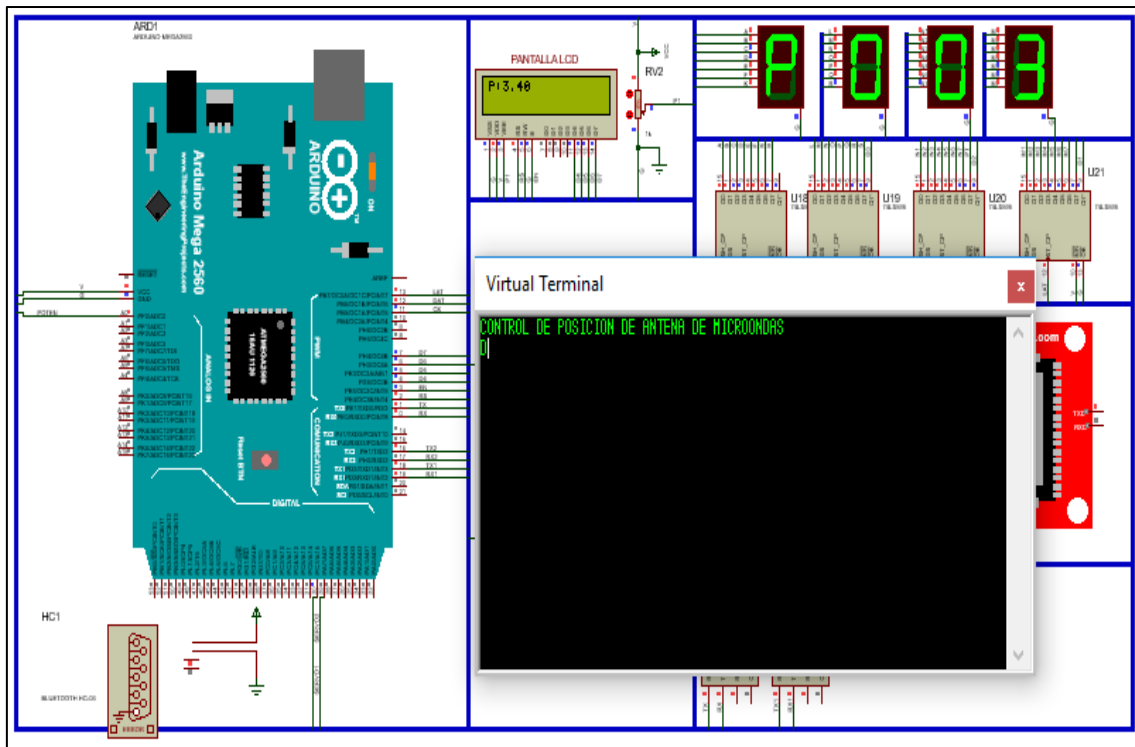
45. FIGURA 3.22. CODIGO QUE ENVIA VALOR DEL ANGULO DEL SERVOMOTOR (COMANDO: S145). (PROPIO)

3.5. PRUEBAS Y RESULTADOS.

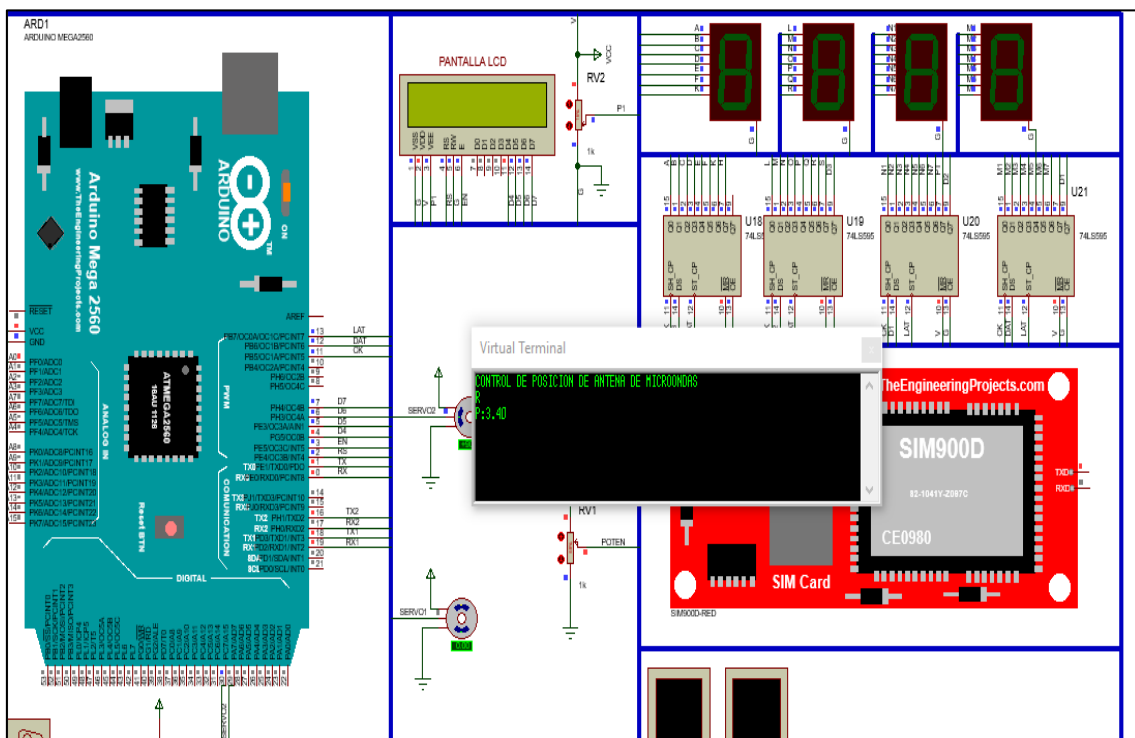
En las siguientes figuras se muestra unas capturas de pantallas de las simulaciones realizadas.



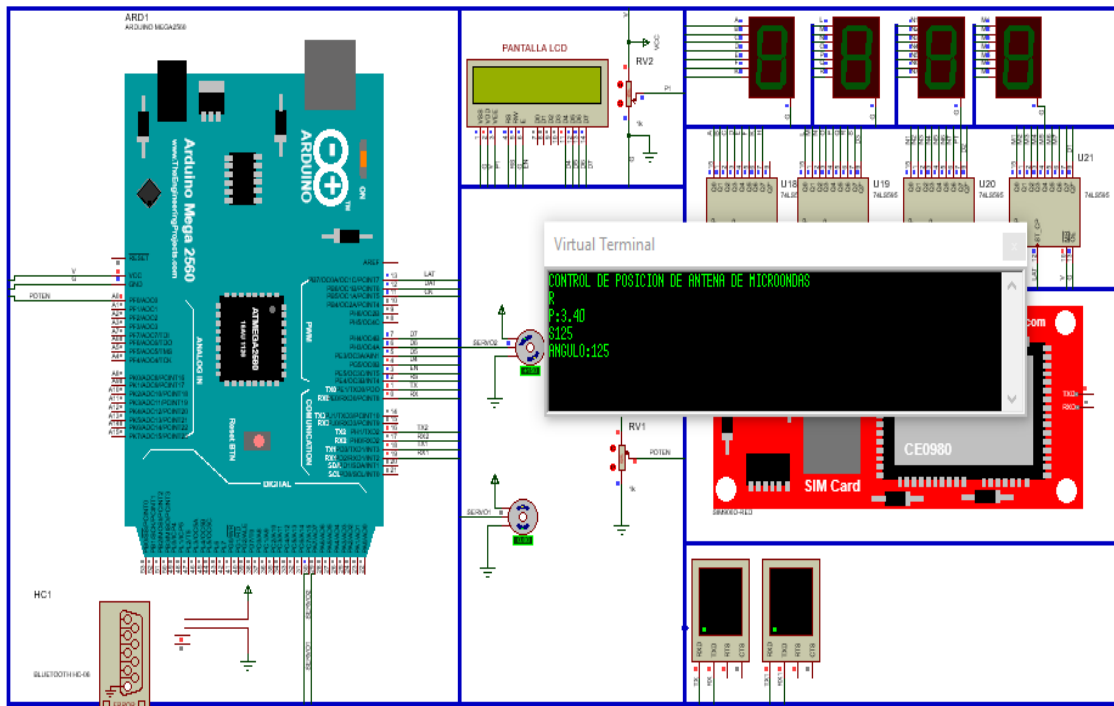
46 FIGURA 3.23. INCIANDO EJECUCION DEL PROGRAMA (PROPIO)



47. FIGURA 3.24. EJECUTANDO EL COMANDO D PARA VISUALIZAR DATOS EN DISPLAY (PROPIO)



48. FIGURA 3.25. EJECUTANDO EL COMANDO R PARA RECIBIR VALOR DE VOLTAJE DE ANTENA (PROPIO)



49. FIGURA 3.26 EJECUTANDO EL COMANDO S145 PARA MOVER EL SERVOMOTOR 145 GRADOS (PROPIO)

CAPITULO IV

COSTOS DEL PROYECTO

4.1. COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo se mostrara la tabla de costos para la implementación del proyecto en una se mostrara solo los costos de materiales directos, materiales Indirectos, mano de obra directa, mano de obra indirecta, gastos generales, costos de materiales directos e indirectos y costos totales.

Tabla N°5. MATERIALES DIRECTOS (PROPIO)

MATERIALES DIRECTOS	
CANTIDAD	DESCRIPCION
1	ARDUINO MEGA 2560
1	MODULO BLUETOOTH HC06
1	MODULO GSM/GPRS SIM900
2	SERVOMOTOR HITECH 5KG.
1	FUENTE ENT.5V 2A
1	LCD 16X2 I2C
1	DISPLAY 4 DIGITOS
1	PLACA DE CIRCUITO IMPRESO
1	CAJA PARA PLACA IMPRESA
1	CONECTORES
1	OTROS COMPONENTES VARIOS

Tabla N° 6. MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS) (PROPIO)

MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS)	
CANTIDAD	DESCRIPCION
1 Rollos	CABLE ELECTRICO #18 - CABLE AUTOMOTRIZ
2	CINTA AISLANTE
1 kg.	PEGAMENTO
3m	TUBO CONDUIT/PROTECCION DE CABLES
1 kg.	trapo industrial

Tabla N° 7. MANO DE OBRA DIRECTA (PROPIO)

MANO DE OBRA DIRECTA	
CANTIDAD	ESPECIALIDAD
1	Electricista
1	Electronico
1	Practicante

Tabla N° 8. MANO DE OBRA INDIRECTA (PROPIO)

MANO DE OBRA INDIRECTA	
CANTIDAD	ESPECIALIDAD
1	Supervisor
1	Prevencionista
1	Dibujante CAD

Tabla N° 9. GASTOS GENERALES (SERVICIOS A TODO COSTO) (PROPIO)

GASTOS GENERALES (SERVICIOS A TODO COSTO)	
CANTIDAD	ESPECIALIDAD
1	SERVICIO DE INSTALACION PUNTOS ELECTRICOS
2 dias	ENERGIA
	INTERNET
1	VIATICOS
	AGUA POTABLE
	TRANSPORTE
	GASTOS DE OFICINA

Tabla N° 10. COSTO TOTAL DE MATERIALES (PROPIO)

COSTO DE MATERIALES DIRECTOS (MATERIA PRIMA)				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	ARDUINO MEGA 2560	1	S/. 65.00	S/. 65.00
2	MODULO BLUETOOTH HC06	1	S/. 15.00	S/. 15.00
3	MODULO GSM/GPRS SIM900	1	S/. 180.00	S/. 180.00
4	SERVOMOTOR HITECH 5KG.	2	S/. 60.00	S/. 120.00
5	FUENTE ENT.5V 2A	1	S/. 14.00	S/. 14.00
6	LCD 16X2 I2C	1	S/. 45.00	S/. 45.00
7	DISPLAY 4 DIGITOS	1	S/. 25.00	S/. 25.00
8	PLACA DE CIRCUITO IMPRESO	1	S/. 50.00	S/. 50.00
9	CAJA PARA PLACA IMPRESA	1	S/. 60.00	S/. 60.00
10	CONECTORES	1	S/. 100.00	S/. 100.00
11	OTROS COMPONENTES VARIOS	1	S/. 250.00	S/. 250.00
COSTO TOTAL MATERIALES DIRECTOS				S/. 924.00

COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS)				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CABLE ELECTRICO #18	1	120	S/. 120.00
2	CINTA AISLANTE	2	5	S/. 10.00
3	PEGAMENTO	1	16	S/. 16.00
4	TUBO CONDUIT/PROTECCION DE CABLES (METROS)	3	4	S/. 12.00
5	TRAPO INDUSTRIAL (KG)	1	10	S/. 10.00
COSTO TOTAL MATERIALES INDIRECTOS				S/. 168.00

COTOS TOTAL DE MATERIALES				S/. 1,092.00
----------------------------------	--	--	--	---------------------

Tabla N° 11. COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA (PROPIO)

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA				
CANTIDAD	ESPECIALIDAD	TIEMPO DE TRABAJO HRA	COSTO HORA	TOTAL
1	Electricista	16.00	12.00	192.00
1	Electronico	50.00	25.00	1250.00
1	Practicantes	30.00	6.00	180.00
TOTAL		96.00		1622.00

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA				
CANTIDAD	ESPECIALIDAD	TIEMPO DE TRABAJO HRA	COSTO HORA	TOTAL
1	Ingeniero de Inspección	4.00	40.00	160.00
1	Prevencionista	2.00	12.00	24.00
1	Dibujante CAD	2.00	20.00	40.00
TOTAL		8.00		224.00

COTOS TOTAL DE MANO DE OBRA				S/. 1,846.00
-----------------------------	--	--	--	--------------

Tabla N° 12. COSTO TOTAL DE GASTOS GENERALES (PROPIO)

GASTOS GENERALES (EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MAQUINAS, SERVICIOS)				
CANTIDAD	DENOMINACION (Alquiler)	DIAS/horas TRABAJO	COSTO DIARIO	COSTO TOTAL
1	SERVICIO DE INSTALACION PUNTOS ELECTRICOS	1	80.00	80.00
1 KW/h	Energia Electrica (2 dias - 16 horas)	8	0.70	5.60
	Agua Potable			20.00
	Transporte			50.00
	Gastos de Oficina			120.00
TOTAL GASTOS GENERALES				S/. 275.60

Tabla N° 13. COSTO TOTAL DEL PROYECTO PROPUESTO (PROPIO)

COSTO TOTAL DEL PROYECTO PROPUESTO	
DESCRIPCION	COSTO
COTOS TOTAL DE MATERIALES (MD + MI)	1092.00
COTOS TOTAL DE MANO DE OBRA (MOD + MOI)	1846.00
TOTAL GASTOS GENERALES (Herramientas + Equipos + Maquinas + Servicios)	275.60
TOTAL DEL PROYECTO	S/. 3,213.60

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar e implementar un sistema de Telemetría con Tecnología GSM/GPRS y opcionalmente usando BLUETOOTH para el control de posición en antenas de microondas
- Se logró desarrollar el programa para todo el sistema electrónico, para la tarjeta ARDUINO MEGA 2560 para que se pueda comunicar serial mente con Modem SIM900 y por puerto serial con modulo BLUETOOTH HC06.
- Se logró diseñar la tarjeta electrónica para control de posición usando servomotores.
- Se logró diseñar el protocolo de comunicación basado en mensajes de texto.
- Se logró desarrollar el software necesario para el envío de posición de la antena y lectura de potencia de señal usando mensajes de texto
- Se logró Diseñar el protocolo de comunicaciones por BLUETOOTH
- Se logró Diseño de software necesario para el envío de posición de antena y lectura de potencia de señal usando BLUETOOTH.
- Se logró realizar pruebas al sistema y se comprobó el buen funcionamiento de todo el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

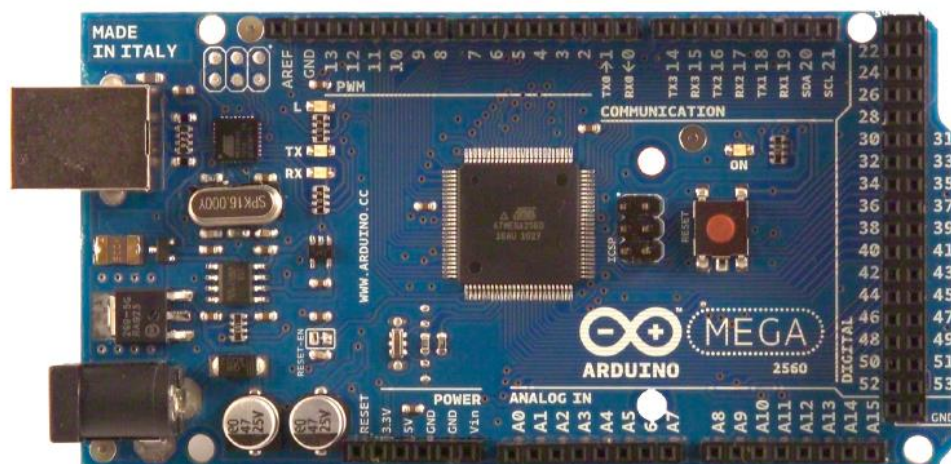
- (2009). Obtenido de learn.mikroee.com: <https://learn.mikroee.com/ebooks/microcontroladorespicc/ABCElectronica.net>. (s.f.). *ABCElectronica.net*. Obtenido de <https://www.abcelectronica.net/>: <https://www.abcelectronica.net/productos/sensores/humedad/>
- ATMEL. (s.f.). Obtenido de <http://www.atmel.com/devices/atmega32.aspx?tab=documents>.(2)
- BANCES, C. A. (2015). SISTEMA DE MONITOREO DE SEGURIDAD FÍSICA EN PLATAFORMA LIBRE DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS PARA ASEGURAR LA GESTIÓN DE LOS NIVELES DE CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS INFORMÁTICOS EN LA CENTRAL DE DATOS USAT. *TESIS*. CHICLAYO, CHICLAYO, PERU.
- Creus, A. (2013). Instrumentacion Industrial. En A. Creus, *Instrumentacion Industrial* (8va ed.). Madrid, España: Alfa y Omega.
- Dadateca.unad.edu.co. (2014). Obtenido de http://dadateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_ii_reconocimiento_unidad2.pdf
- Developers. (s.f.). *Developers*. Obtenido de <http://developer.android.com/guide/index.html>
- Diego, D. P. (s.f.). <http://picmania.garcia-cuervo.net>. Obtenido de http://picmania.garcia-cuervo.net/recursos/redpictutorials/sensores/sensores_de_distancias_con_ultrasonidos.pdf
- EL-KHOURI, N. (2016). ADAPTACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTONOMO DE BAJO COSTE DE LA MONITORIZACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN TIEMPO REAL. MADRID, ESPAÑA.
- F.MORENO. (2004). SISTEMA DE CONTROL SUPERVISOR DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE UNA BODEGA DE PECES ORNAMENTALES. BOGOTA, COLOMBIA: TESIS.
- GEEETECH.COM. (2014). Obtenido de https://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield
- <http://bibing.us.es/>. (s.f.). <http://bibing.us.es/>. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40048/fichero/VOLUMEN+I.+MEMORIA%252F4.+Tecnolog%C3%AD+Bluetooth.pdf>
- <http://www.appinventor.org/>. (s.f.). *appinventor.org*. Obtenido de <http://appinventor.mit.edu/explore/sites/all/files/hourofcode/AppInventorTutorials.pdf>
- <http://www.electrobiomedical.com.co/>. (s.f.). <http://www.electrobiomedical.com.co/>. Obtenido de <http://www.electrobiomedical.com.co/download/datasheet/SEN0013.pdf>
- <http://www.micropik.com/>. (s.f.). <http://www.micropik.com>. Obtenido de <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>
- <http://www.uca.es/>. (s.f.). <http://www.uca.es/>. Obtenido de http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf
- <https://www.olimex.com>. (s.f.). <https://www.olimex.com>. Obtenido de <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>
- I+D ELECTRONICA. (2016). Obtenido de I+D ELECTRONICA: http://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/sensor-de-gas-mq1352016-02-08-04-34-49_-detail
- learn.mikroee.com. (2009). Obtenido de <https://learn.mikroee.com/ebooks/microcontroladorespicc/chapter/lenguajes-de-programacion/>
- LEWIS, F. L. (2004). *Technologies, Protocols, and Applications*. New York: D.J. Cook and S.K. Das, John Wiley.
- N. Aakvaag, J. E. (2006). Redes de sensores Inalambricos. *ABB*. *nv50.0fees.net*. (s.f.). Obtenido de <http://nv50.0fees.net/wp-content/uploads/manualproteus.pdf?ckattempt=1>.(11)
- Omar E. Barra Zapata, F. B. (2011). *Microcontroladores PIC con Programacion PBP*. MADRID: RAMA.
- Pascual, F. R. (s.f.). Redes de sensores inalambricas. En F. R. Pascual, *Redes de sensores inalambricas*. Universidad Politecnica de Valencia.
- R. F. Martínez, J. O. (2009). Redes Inalambricas de Sensores. En J. O. R. F. Martínez, *Redes Inalambricas de Sensores*. Universidad de Rioja.
- RHYDOLABZ.COM. (2011). Obtenido de http://www.rhydolabz.com/documents/gps_gsm/sim900_rs232_gsm_modem_opn.pdf.(7)
- RODRIGUEZ, A. L. (2017). DISEÑO DE SISTEMA ELECTRONICO PARA DETECCION DE PRESENCIAS EXTERNAS EN VEHICULOS PESADOS. Piura, Piura, Peru.

saber.patagoniatec.com. (s.f.). Obtenido de <http://saber.patagoniatec.com/usb-ttl-puerto-de-comunicacion-uart-arduino-argentina-ptec/>

Yeferson Bedoya Giraldo, C. S. (2013). *Implementación, control y monitoreo de un Sistema de seguridad vehicular por redes gsm/gprs*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.

ANEXOS

Arduino MEGA 2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical
Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Enviroment, Basic Tutorials

Page 6

Terms &
Conditions

Page 7

Enviromental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares

RADIONICS



Technical Specification

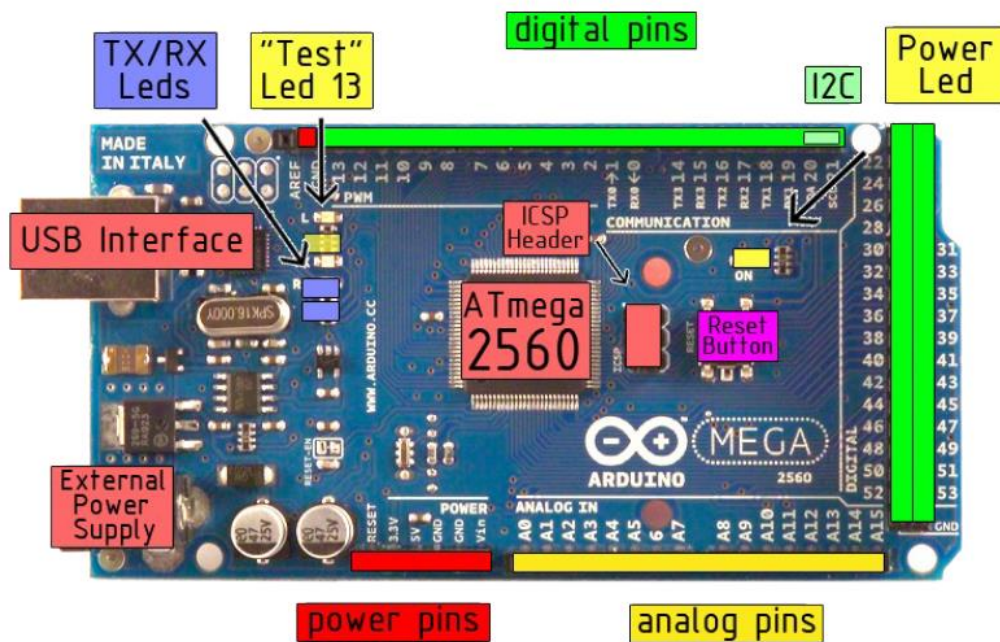


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



radiospares

RADIONICS



Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

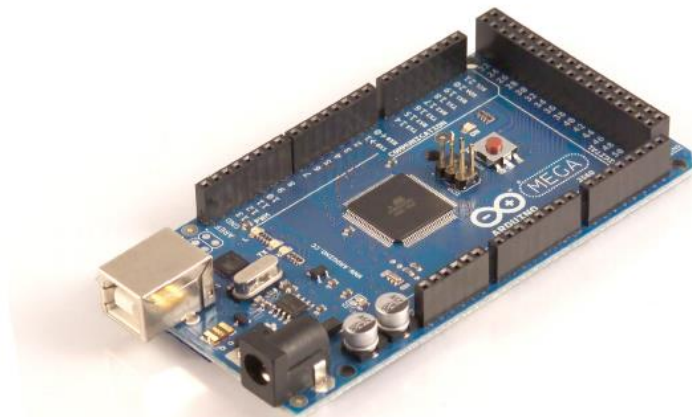
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



radiospares

RADIONICS



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. **Please note that I²C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).**



RADIOSPARES

RADIONICS



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // set the LED off
  delay(1000);                // wait for a second
}
```



Done compiling.

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



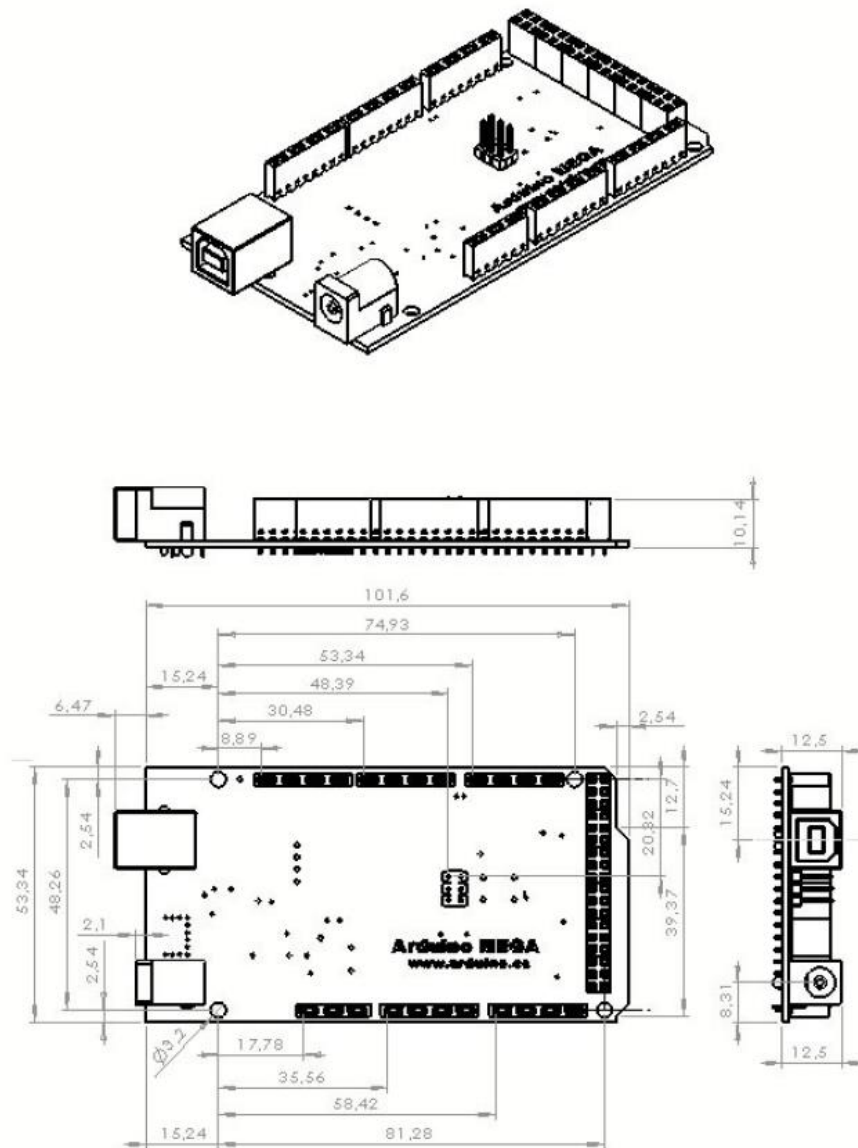
Blinking Led!



radiospares

RADIONICS





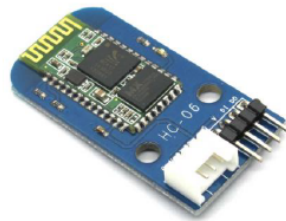
radiospares

RADIONICS



Electronic Brick of HC-06 Serial Port Bluetooth

Overview

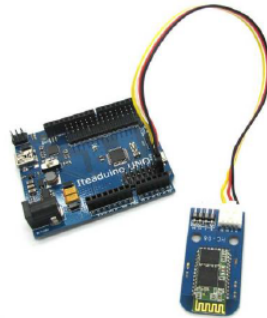


What is an electronic brick? An electronic brick is an electronic module which can be assembled like Lego bricks simply by plugging in and pulling out. Compared to traditional universal boards and circuit modules assembled with various electronic components, electronic brick has standardized interfaces, plug and play, simplifying construction of prototype circuit on one's own. There are many types of electronic bricks, and we provide more than twenty types with different functions including buttons, sensors, Bluetooth modules, etc, whose functions cover from sensor to motor drive, from Ethernet to wireless communication via Bluetooth, and so on. We will continue to add more types to meet the various needs of different projects.

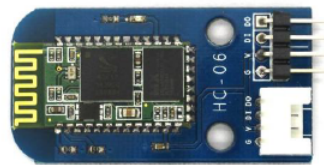
Electronic brick of HC-06 serial port Bluetooth can be connected to hardware UART or analog UART on the control board. With Bluetooth communication, it can achieve wireless transmission which can be applied in various kinds of remote communication occasions.

Features

1. Plug and play, easy to use. Compatible with the mainstream 2.54 buckled interfaces in the market.



2. With resetting button and status indicator



Specifications

PCB Size	39.5mm X 20.5mm X 1.6mm
Working voltage	3.3V DC
Operating voltage	3.3V DC
Compatible interfaces	2.544-pin buckled interface ⁽¹⁾
Communication protocols	Bluetooth 2.0
Communication range	<20m

Note 1: DO for data output (TX) port of UART, DI for data input (RX) port of UART, V and G for voltage at the common collector and ground respectively.

Electrical characteristics

Parameter	Min.	Typical	Max.	Unit
Working voltage	3.0	3.3	4.2	VDC
Digital output voltage (VCC=3.3V)	0	-	3.3	V
Working current (VCC=3.3V)	-	20	40	mA

Switch and Indicator

1. Resetting button
After pressing down resetting button, module will re-enter standby mode and the status lamp will flash.
2. Status lamp
When the module is under standby mode, status lamp will keep flashing; when the module is under connection mode, status lamp will keep being ON.

AT Command

Default :

Slave , 9600 bit/s baud rate, Pincode 1234.

AT command :

1. Communications test :

Sent : AT

Receive : OK

2. Change baud rate

Sent : AT+BAUD1

Receive : OK1200

Sent : AT+BAUD2

Receive : OK2400

1-----1200

2-----2400

3-----4800

4-----9600

5-----19200

6-----38400

7-----57600

Electronic brick of HC-06 serial port Bluetooth

iteadstudio.com

19th, April, 2013

8-----115200

Baud rate setting can be saved even if power is off.

3. Change name of Bluetooth device

Sent : AT+NAMEdevicename

Receive : OKname

(devicename is the name you want it to be, which will be shown when searched)

Name setting can be saved even if power is off.

4. Change Pincode

Sent : AT+PINxxxx

Receive : OKsetpin

(xxxx is the pin code that you want to set)

Pin code can be saved even if power is off.

DEMO

Connect D0 port of electronic brick of serial port Bluetooth to D0 port of Arduino board, D1 port to D1 port of Arduino board, and we will use the following program to keep sending character string of HELLO and have them displayed via Bluetooth serial port software of cellphone.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  Serial.println("HELLO"); //Send the "HELLO" character string to HC-06
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

Revision record

Version	Description	Date	Written by
v1.0	Initial edition	19 th , April, 2013	Stan Lee

Bluetooth (BT) Block Data Sheet

BT 100616

SPECIFICATIONS

- > **Pairing Code:** 1234
- > **Range:** ~10m (in line of sight)
- > **Baud Rate:** 115200kbps
- > **Reliable Throughput:** 64kbps
- > **Input Voltage Range:** 3.3-5.0V
- > **Consumption:** ~40mA

FEATURES

- > HC-06 module¹
- > Bluetooth 2.0 + EDR chipset
- > UART interface
- > Programmable baud rate
- > Integrated PCB antenna
- > Plug & play operation

APPLICATIONS

- > Rapid prototyping of custom hardware
- > Biomedical engineering projects

GENERAL DESCRIPTION

This ready-to-use Bluetooth module is a perfect match for uncompromised real-time wireless data streaming using our MCU block. The Bluetooth 2.0 + EDR chipset provides maximum multiplatform compatibility both for mobile and desktop applications, given that most mainstream operating systems have compatible drivers by default.

ORDERING GUIDE

Part #	Description
COMP-BT	Bluetooth (BT) block

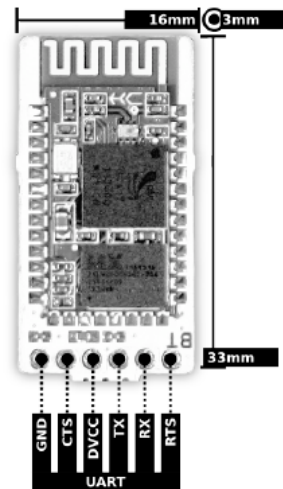


Fig. 1. Pin-out and physical dimensions.

¹ http://bitolino.com/datasheets/HC06_Datasheet.pdf



REV A

PLUX – Wireless Biosignals, S.A.
Av. 5 de Outubro, n. 70 – 8.
1050-059 Lisbon, Portugal
bitolino@plux.info
<http://bitolino.com/>

© 2016 PLUX

This information is provided "as is," and we make no express or implied warranties whatsoever with respect to functionality, operability, use, fitness for a particular purpose, or infringement of rights. We expressly disclaim any liability whatsoever for any direct, indirect, consequential, incidental or special damages, including, without limitation, lost revenues, lost profits, losses resulting from business interruption or loss of data, regardless of the form of action or legal theory under which the liability may be asserted, even if advised of the possibility of such damages.

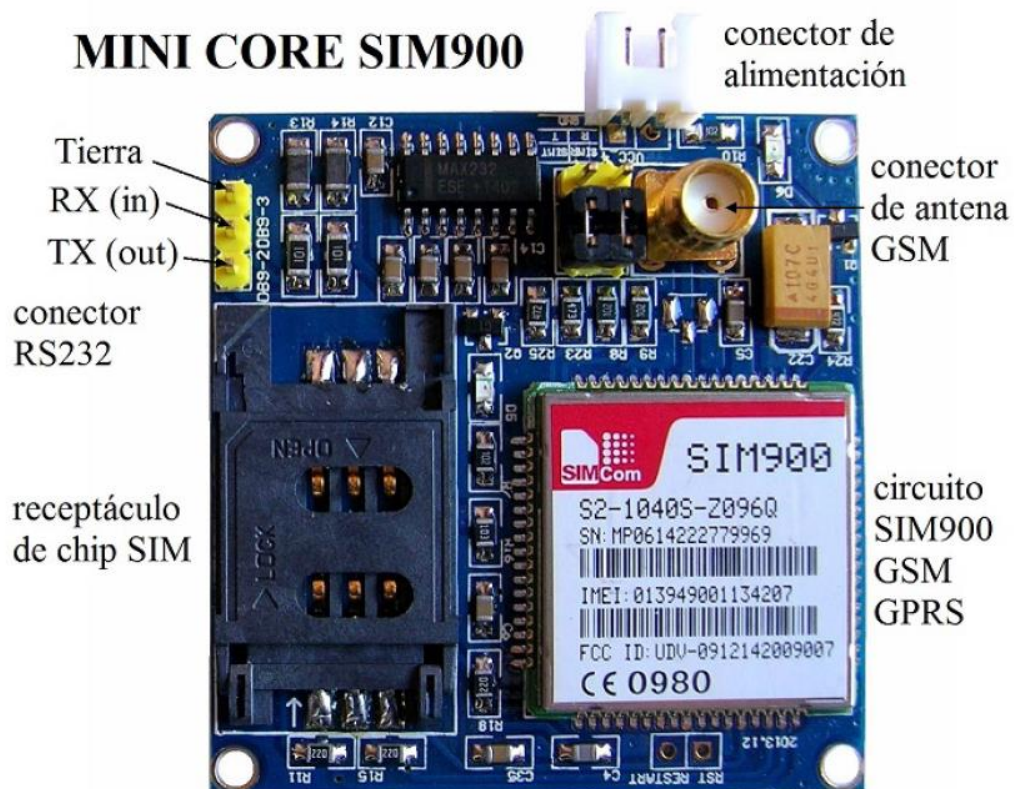


BEWARE: DIRECT OR INDIRECT COUPLING TO THE MAINS MAY RESULT IN SHOCKING HAZARD



Pruebas iniciales al módem GSM SIM900

Observe en el receptáculo del SIM, las flechas marcadas como 'OPEN' y 'LOCK'



Pruebas iniciales al módem GSM SIM900. Punto Flotante S.A. 2017

Deslice el receptáculo hacia la dirección marcada como 'OPEN' y levántelo con suavidad. Inserte el chip SIM en la posición que se muestra.

Recuerde que el módem SIM900 es GSM, 2G. Las pruebas aquí mostradas se realizaron con un SIM Telcel v5.0 de 128 kB y también con un SIM de Virgin Mobile (2G-3G).



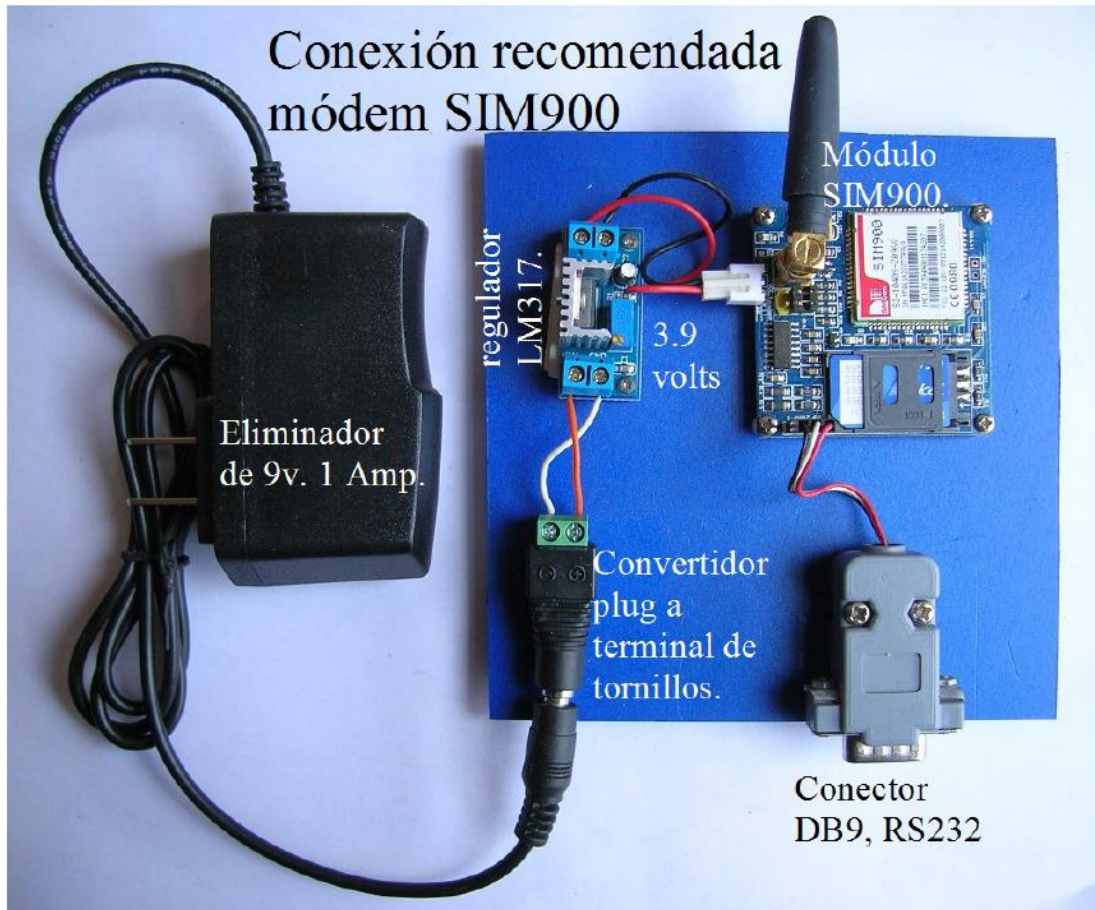
Pruebas iniciales al módem GSM SIM900. Punto Flotante S.A. 2017

Regrese el receptáculo a su posición original y desléclo en la dirección marcada como 'LOCK'

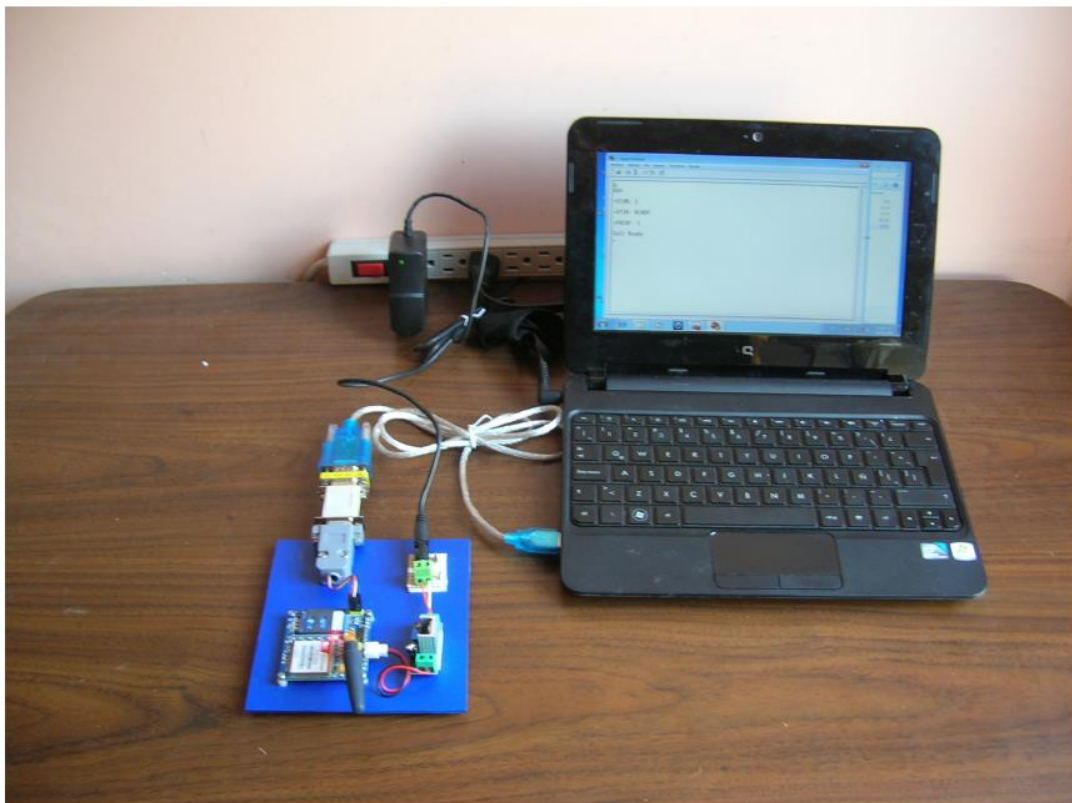


Pruebas iniciales al módem GSM SIM900. Punto Flotante S.A. 2017

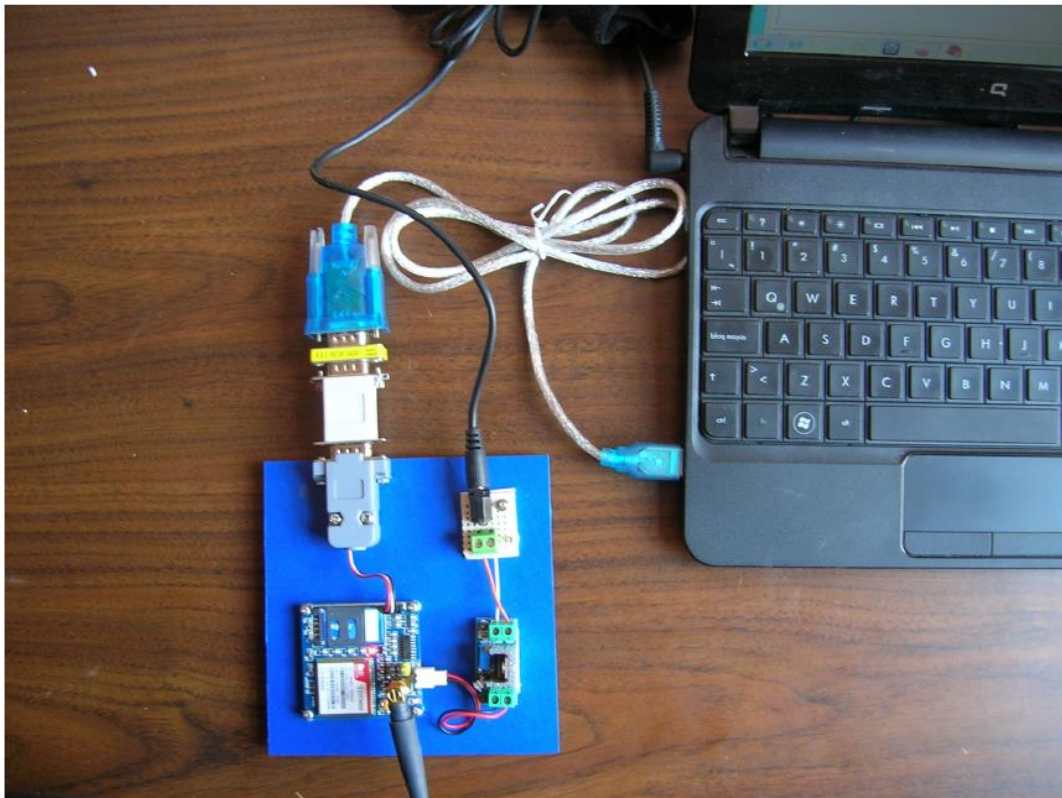
Para realizar las pruebas es necesario alimentar el módem y adaptarle un conector DB9, como se muestra en las fotos.



Abra en su computadora la aplicación Hyperterminal a cualquier velocidad, por ejemplo a 9600 bps, y conéctela a su módem SIM900 a través de un cable USB-Serial, como se muestra. Al conectar la fuente de alimentación usted observará el led rojo del módem parpadeando rápidamente en un inicio y luego más lentamente en el momento en que se conecta a la red GSM.



En este ejemplo, se utilizó un conector llamado 'modem null' ó módem nulo para adaptar la salida DB9 del SIM900. Adicionalmente se utilizó un convertidor de género de hembra-macho para poder conectar el cable USB-Serial. De esta forma, al conectar el módem SIM900 directamente a un microcontrolador, puede hacerse directamente en el mismo conector DB9, en el montaje de la placa azul, sin modificaciones adicionales.



Pruebas iniciales al módem GSM SIM900. Punto Flotante S.A. 2017

Inicialmente, en su configuración de fábrica, el SIM900 está en 'AutoBaud'. El usuario solamente debe teclear las letras 'AT' y el módem detectará automáticamente la velocidad y responderá de inmediato con 'OK'. Si desea modificar la velocidad del módem a un valor fijo, teclee el comando (ejemplo para un baud rate de 9600):

AT+IPR=9600

Realice pruebas adicionales, tecleando los comandos mostrados en la imagen:

```

F - HyperTerminal
Archivo  Edición  Ver  Llamar  Transferir  Ayuda
[Icons]

TTTTAT ← Inicialmente, el módem SIM900 se encuentra configurado como 'AutoBaud', es decir,
OK        el usuario solamente debe teclear las letras 'AT' para que reconozca la velocidad de la
AT+IPR?   terminal en forma automática y responda con 'OK'.

+IPR: 0 ← Cuando IPR = 0, el módem se encuentra en 'AutoBaud'. Para modificar la velocidad
          a 9600 bps, debe teclear el comando AT+IPR=9600 (enter).

OK
AT+CGMM
SIMCOM_SIM900 ← El módem indica su fabricante y modelo

OK
AT+CGSN
013949001120099 ← El módem indica su número IMEI

OK
AT+CSQ
+CSQ: 17,0 ← La calidad de la señal es de 17

OK
AT+CREG?
+CREG: 0,1 ← El módem se encuentra conectado a la red GSM

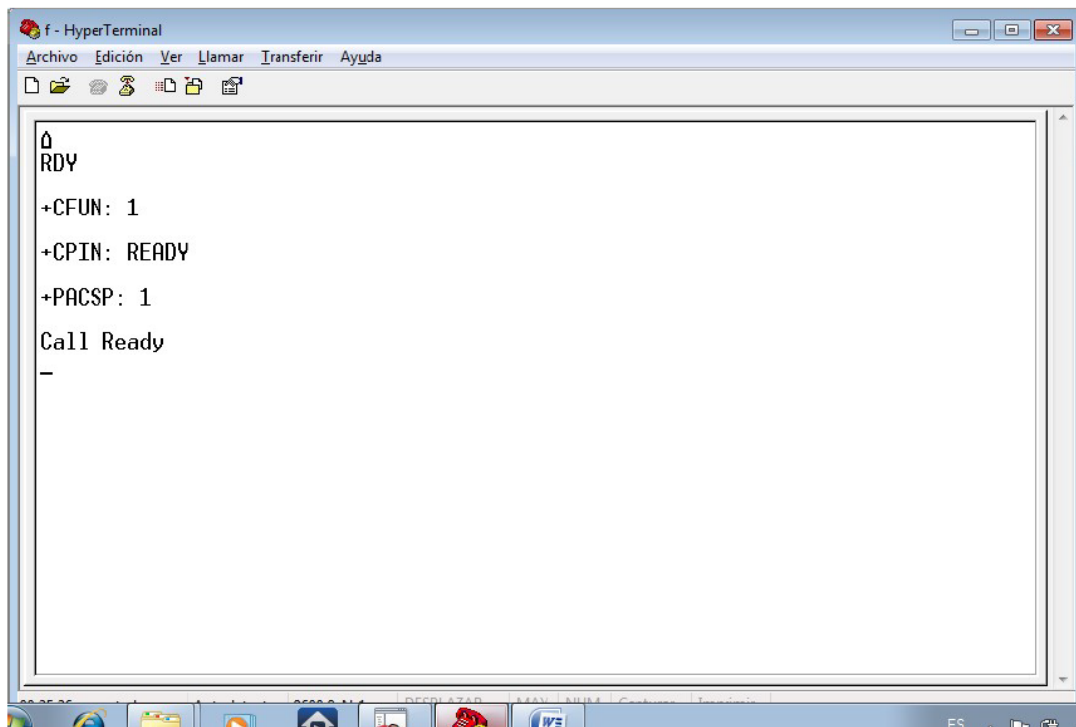
OK
AT+CPIN?
+CPIN: READY ← El chip SIM se encuentra insertado y listo para funcionar.

OK
_

00:03:11 conectado  Autodetect.  115200 8-N-1  DESPLAZAR  MAY  NUM  Capturar  Imprimir
  
```

Pruebas iniciales al módem GSM SIM900. Punto Flotante S.A. 2017

Si la velocidad del módem fue previamente programada a un valor fijo, por ejemplo a 9600 bps, entonces al alimentarlo, automáticamente enviará a través del puerto serial los siguientes mensajes:



Para más información:

<http://www.puntoflotante.net/MINI-CORE-SIM900-GSM-GPRS-QUAD-BAND.htm>

<http://www.puntoflotante.net/M2M-TELEMETRIA-CONTROL-REMOTO.htm>

atencionclientes@puntoflotante.net

Pruebas iniciales al módem GSM SIM900. Punto Flotante S.A. 2017